

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SELLADORA TÉRMICA EN
LÍNEA DE FUNDAS CIERRA-FÁCIL PARA LA EMPRESA
TERRAFÉRTIL S.A.”**

AUTOR: SANMARTÍN BERMEO DANNY JAVIER

DIRECTOR: ING. ZAMIR MERA

IBARRA – ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

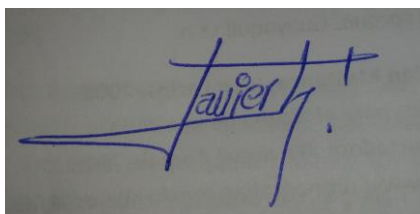
La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR	
Cédula de Identidad	172264938-9
Apellidos y Nombres	Sanmartín Bermeo Danny Javier
Email	dannyjaviers@gmail.com
Teléfono Móvil	0980429886
DATOS DE LA OBRA	
Título	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SELLADORA TÉRMICA EN LÍNEA DE FUNDAS CIERRA-FÁCIL PARA LA EMPRESA TERRAFÉRTIL S.A.
Autor	Sanmartín Bermeo Danny Javier
Fecha	21 de Diciembre del 2015
Programa	Pregrado
Título por el que se aspira	Ingeniero en Mecatrónica
Asesor	Ing. Zamir Mera

2.- AUTORIZACIÓN USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Sanmartín Bermeo Danny Javier**, con cédula de identidad N°.172264938-9, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de educación Superior Artículo 144.



.....

Sanmartín Bermeo Danny Javier

C.I.: 172264938-9

Ibarra, Diciembre del 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Sanmartín Bermeo Danny Javier, con cédula de identidad 172264938-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SELLADORA TÉRMICA EN LÍNEA DE FUNDAS CIERRA-FÁCIL PARA LA EMPRESA TERRAFÉRTIL S.A.” que ha sido desarrollado para la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica, quedando la universidad concedida para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento y la entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Sanmartín Bermeo Danny Javier

Cl.: 172264938-9

Ibarra, a los 21 días del mes de Diciembre del 2015



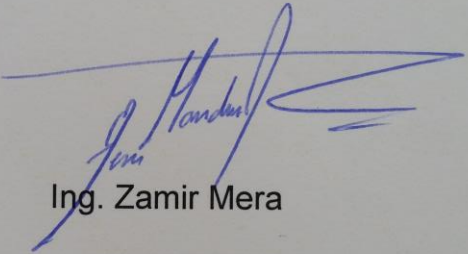
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

CERTIFICO QUE:

Certifico que el presente trabajo de grado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SELLADORA TÉRMICA EN LÍNEA DE FUNDAS CIERRA-FÁCIL PARA LA EMPRESA TERRAFÉRTIL S.A.”**, fue desarrollado por el egresado Sanmartín Bermeo Danny Javier, bajo mi supervisión, por lo cual certifico a la verdad.

Atentamente



Ing. Zamir Mera
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

Yo, SANMARTÍN BERMEO DANNY JAVIER, manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica Del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de Diciembre del 2015

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Sanmartín Bermeo Danny Javier", is written on a piece of paper.

.....
SANMARTÍN BERMEO DANNY JAVIER

172264938-9

DEDICATORIA

Luego de transitar una etapa importante en mi vida, es preciso dedicar el presente proyecto a todas las personas que de una u otra forma han recorrido a mi lado en este camino.

A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y dotado de salud para lograr mis objetivos, y por darme la gran fuerza de levantarme en mis fracasos, aprender de ellos.

A mis padres Francel y Yolanda por todo su tiempo, esfuerzo y sacrificio que han depositado en mí con el fin de verme realizado profesionalmente, les debo mucho y ahora es mi turno de retribuir todo su apoyo.

A mis hermanas Katherine y Britney que me han brindado todo su apoyo moral y anímico, se han constituido en mi pilar para superar este gran paso.

A toda mi familia y queridos docentes que con su forma de decir las cosas me daban la fortaleza de desarrollar este proyecto.

A mis amigos que siempre estuvieron ahí en las buenas y en las malas, compartiendo muchas experiencias de vida.

JAVICHO

RESUMEN

El presente trabajo de investigación surge de la necesidad de dar solución al sistema de sellado de fundas cierra fácil en la empresa TERRAFÉRTIL S.A ubicada en la parroquia de Tabacundo, especial en el área de producción, ya que la dificultad que se tiene al no poder obtener un proceso de sellado continuo y adecuado, el mismo que se realiza manualmente usando selladoras a pedal, cuyo rendimiento es acorde con la producción.

Con el presente proyecto se busca incrementar la capacidad de producción, sin disminuir la calidad del producto terminado. Este proyecto se centraliza en el aspecto del sellado térmico de las fundas, por lo que se implementa un nuevo sistema del proceso mediante un método de arrastre de la película plástica, que es sincronizada con los rodillos térmicos que realizan la operación de sellado, y a su vez garantizar la hermeticidad del producto.

Esta máquina consta de un control que se basa en una sincronización de varios mecanismos motrices, este nuevo sistema viene a sustituir un control electromecánico que requiere de excesivo mantenimiento debido al desgaste mecánico y eléctrico que sufren las máquinas. El sistema reduce el tiempo de puesta en marcha de la máquina, y le facilita al operador el cambio de la producción de un producto a otro, debido a que no es necesario realizar ajustes mecánicos para darle la longitud de sellado a la bolsa.

ABSTRACT

This research arises from the need to solve the sealing system covers close easily with the company Terrafértil SA located in the parish of Tabacundo, especially in the area of production, since the difficulty is unable to obtain a process of continuous and adequate seal, the same as is done manually using a pedal sealers, whose performance is not going according to production.

The present project aims to increase production capacity without reducing the quality of the finished product. This project is centered on what is heat sealed covers, so that a new system will be implemented through a process by dragging the plastic film, which will be synchronized with the heat rollers performing the sealing operation, and turn ensure the tightness of the product.

This machine consists of a control that is based on synchronization of multiple drive mechanisms, this new system is to replace an electromechanical control that requires excessive maintenance due to mechanical and electrical wear suffered machines. The system reduces the time of commissioning of the machine and provides the user with changing production from one product to another, because it is not necessary mechanical adjustments to give you the length of the bag sealed.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	
TÉCNICA DEL NORTE	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO GRADO A FAVOR DE LA	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	V
CONSTANCIAS	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XIX
ÍNDICE DE ECUACIONES	XXI
PRESENTACIÓN	XXIII
CAPÍTULO I	1
1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVO GENERAL	4
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5 JUSTIFICACIÓN	5

1.6 ALCANCE	6
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 TÉCNICAS DE SELLADO	7
2.1.1 SELLADO TÉRMICO.....	7
2.1.2 SELLADO ULTRASÓNICO.....	8
2.1.3 SELLADO ADHESIVO.....	8
2.2 TIPOS DE SELLADORAS INDUSTRIALES QUE EMPLEAN EL SELLADO TÉRMICO	9
2.2.1 SELLADORAS DE PEDAL.....	9
2.2.2 SELLADORAS CONTINUAS.....	10
2.2.3 SELLADORAS DE ESCUADRA.....	11
2.3 POLÍMEROS	12
2.3.1 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	13
2.3.2 PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	13
2.3.2.1 Características Mecánicas	13
2.3.5.2 Características Térmicas.....	14
2.3.5.3 Características Eléctricas.....	15
CAPÍTULO III	16
3 DISEÑO MECÁNICO DE LA SELLADORA	16
3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	16
3.1.1 FUNCIONALES.....	16

3.1.1.1 Tareas a realizar.....	16
3.1.1.2 Parámetros de diseño.....	17
3.1.2 OPERACIONALES.....	17
3.1.3 COMERCIALES.....	17
3.2 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO	18
3.2.1 SELLADO	18
3.2.1.1 Sellado por inducción (opción A).....	18
3.2.1.2 Sellado por mordazas (opción B)	19
3.2.1.3 Sellado por rodillos (opción C)	20
3.2.1.4 Sellado por ultrasonido (opción D)	21
3.2.1.5 Matriz de decisión del sistema de sellado	22
3.2.2 TRACCIÓN DE MOVIMIENTO.....	24
3.2.2.1 Tracción por engranajes (opción A)	24
3.2.2.2 Tracción por cadena (opción B)	25
3.2.2.3 Tracción por banda (opción C).....	26
3.2.2.4 Matriz de decisión del sistema de tracción.....	27
3.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA MÁQUINA	29
3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES	30
3.4.1 ACERO INOXIDABLE 304	30
3.4.2 BRONCE AL ALUMINIO.....	31
3.4.3 DURALUMINIO	32
3.5 CAPACIDADES.....	33

3.6 CÁLCULO DE LA BANDA TRANSPORTADORA Y POTENCIA DEL MOTOR.....	34
3.7 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE.....	36
3.7.1 ANÁLISIS DE CARGAS.....	36
3.7.2 ANÁLISIS EN INVENTOR.....	47
3.8 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS.....	51
3.9 CATARINA DE TRACCIÓN.....	53
3.10 SISTEMA DE ARRASTRE DE LA FUNDA	55
3.10.1 CARACTERÍSTICAS Y CÁLCULO DE LAS BANDAS DE ARRASTRE	55
3.10.2 RODILLOS DE SELLADO	56
3.10.3 DIMENSIONAMIENTO DE POLEAS MOTRICES	67
3.10.4 DIMENSIONAMIENTO DE POLEAS CONDUCCIDAS	67
3.11 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA	68
3.11.1 MÓDULO DE SECCION PAR LA VIGA	71
3.11.2 SELECCIÓN DEL TUBO CUADRADO	73
3.12 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA EN SOLID WORKS	73
3.12.1 FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA	75
CAPÍTULO IV	77
4 DISEÑO ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE LA SELLADORA EN LÍNEA... 77	
4.1 SELECCIÓN DE MATERIALES	77
4.2 MOTOR	77
4.3 RESISTENCIAS CALEFACTORAS.....	79

4.4 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO.....	80
4.5 CONTROLADOR DE TEMPERATURA.....	81
4.5.1 PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN.....	83
4.5.2 SENSOR DE TEMPERATURA.....	86
4.6 CONTROL Y AJUSTE DE VELOCIDAD.....	87
CAPÍTULO V.....	89
5 MONTAJE Y PUESTA A PRUEBA DE LA SELLADORA	89
5.1 MONTAJE DEL EQUIPO.....	89
5.2 CALIBRACIÓN.....	96
5.4 RESULTADOS.....	99
CAPÍTULO VI.....	100
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6.1 CONCLUSIONES	100
6.2 RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXO I: MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO	105
A. NORMAS DE SEGURIDAD.....	106
B. MANUAL DE USUARIO	108
C. MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	111
ANEXO II: PLANOS	113
A. PLANOS CONSTRUCTIVOS DE LA MÁQUINA	113
B. PLANOS ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA	159

ANEXO III: TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES.....	167
ANEXO IV: DESCRIPCIÓN DE PIRÓMETRO WATLOW.....	168
ANEXO V: CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS ELEMENTOS USADOS EN EL DISEÑO DEL EQUIPO.....	171
A. PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES	172
B. PROPIEDADES DE LOS BRONCES.....	172
C. PROPIEDADES TÍPICAS DEL ALUMINIO.....	173
D. DIMENSIONES DE LOS PIÑONES INTERMEC	174
E. PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE LOS GASES A PRESIÓN ATMOSFÉRICA (AIRE)	175
ANEXO VI: FICHAS TÉCNICAS	176
A. FICHA TÉCNICA DE FUNDAS DOY PACK 150 GR.....	177
B. FICHA TÉCNICA DE FUNDAS DOY PACK 350 GR.	179
C. CATÁLOGO DE BANDAS CHIORINO 1906.....	181
D. FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE	182
E. FICHA TÉCNICA DEL BRONCE AL ALUMINIO	184
G. FICHA TÉCNICA DEL TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE ...	186
H. FICHA TÉCNICA DE SELECCIÓN DE RODAMIENTOS NTN	187
ANEXO VII: FOTOS.....	189

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1.2: Fundas prefabricadas	2
Figura 3.1: Máquina de sellado por inducción.....	18
Figura 3.2: Mordazas de acero inoxidable	19
Figura 3.3: Rodillos de bronce	20
Figura 3.4: Equipo de sellado por ultrasonido	21
Figura 3.5: Engranajes	24
Figura 3.6: Cadenas.....	25
Figura 3.7: Bandas de transmisión.....	26
Figura 3.8: Partes de la máquina	29
Figura 3.9: Funda prefabricada	33
Figura 3.10: Geometría del diseño de los ejes.....	37
Figura 3.11: Diagrama de cuerpo libre	37
Figura 3.12: Componentes de fuerzas en bandas planas.....	39
Figura 3.13: Componentes de las fuerzas en las catarinas	41
Figura 3.14: Diagrama de corte y diagrama de momento	43
Figura 3.15: Constantes de Neuber	45
Figura 3.16: Ingreso de las reacciones	48

Figura 3.17: Ingreso del par torsor	49
Figura 3.18: a) Diagrama de corte b) En el plano YZ c) En el plano XZ	49
Figura 3.19: a) Diagrama de momento flector b) En el plano YZ c) En el plano XZ.....	50
Figura 3.20: Diámetro estimado del eje	50
Figura 3.21: Catarina de tracción Intermec 25B20.....	53
Figura 3.22: Distribución de las bandas	55
Figura 3.23: Balance de energía del rodillo.....	57
Figura 3.24: Medidas del rodillo de bronce	58
Figura 3.25: Polea motriz.....	67
Figura 3.26: Polea conducida	68
Figura 3.27: Estructura.....	68
Figura 3.28: Análisis de la viga en MD Solids	71
Figura 3.30: Distribución de fuerzas en la estructura	74
Figura 3.31: Esfuerzo máximo de Von Mises.....	74
Figura 3.32: Factor de seguridad en la estructura.....	76
Figura 4.1: Motor reductor CC Wanyi Z90	78
Figura 4.2: Resistencia calefactora	79
Figura 4.3: Relé de estado sólido.....	80

Figura 4.4 : Controlador de temperatura Watlow 935A-1CC0-000R	82
Figura 4.5 : Características del pirómetro Watlow 935A	82
Figura 4.6: Parámetros de ingreso al pirómetro (hoja 1)	84
Figura 4.7: Parámetros de ingreso al pirómetro (hoja 2)	85
Figura 4.8: Termocupla tipo J.....	87
Figura 4.9: Variador de velocidad	88
Figura 5.1: Cursograma del sistema de arrastre y sellado	93
Figura 5.2: Cursograma del sistema de transporte (banda transportadora).....	94
Figura 5.3: Cursograma del sistema de estructura y carcasa	95
Figura 5.4: Temperatura Vs Tiempo	96

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 3.1: Matriz de decisión del sistema de sellado	23
Tabla 3.2: Matriz de decisión del sistema de tracción	28
Tabla 3.3: Composición del acero inoxidable 304	30
Tabla 3.4: Propiedades mecánicas del acero inoxidable	31
Tabla 3.5: Composición del bronce al aluminio	32
Tabla 3.6: Propiedades físicas del Duraluminio	32
Tabla 3.7: Características del piñón 25B20	54
Tabla 3.8: Propiedades del Bronce al aluminio	58
Tabla 3.9: Emisividad del cobre	64
Tabla 3.10: Energía de suministro y tiempo de calentamiento del rodillo de sellado	66
Tabla 3.11: Masa de los componentes de la máquina	69
Tabla 4.1: Características de los motores	77
Tabla 4.2: Características del motor	78
Tabla 4.3: característica de la resistencia	79
Tabla 4.4: Características del relé de estado sólido OMRON G3NA-220B	80
Tabla 4.5: Características de los controladores	81

Tabla 4.6: Características de sensores	86
Tabla 4.7: Características de la termocupla Termokew tipo J.....	87
Tabla 5.1: Herramientas.....	89
Tabla 5.2: Máquinas y Equipos	90
Tabla 5.3: Instrumentos de medición y verificación.....	90
Tabla 5.4: Operaciones tecnológicas	91
Tabla 5.5: Simbología usada en los cursogramas	92
Tabla 5.6: Formato de hoja para pruebas de la máquina (hoja 1)	98
Tabla 5.7: Formato de hoja para pruebas de la máquina (hoja 2)	99

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN	PÁGINA
Ecuación 3.1: Fórmula para encontrar la cantidad de fundas selladas por minuto	33
Ecuación 3.2: Resistencia a la fatiga corregida	43
Ecuación 3.3: Ecuación de sensibilidad de muesca.....	44
Ecuación 3.4: Factor de concentración de esfuerzos.....	45
Ecuación 3.5: Factor de concentración de esfuerzos para un escalón cargado a torsión	46
Ecuación 3.6: Diámetro del eje	47
Ecuación 3.7: Factor de vida.....	51
Ecuación 3.8: Vida nominal básica	51
Ecuación 3.9: Capacidad básica de carga dinámica.....	52
Ecuación 3.10: Cálculo de la catarina motriz	53
Ecuación 3.11: Longitud total de la banda plana	56
Ecuación 3.12: Conservación de la energía.....	57
Ecuación 3.13: Volumen de cilindros huecos.....	58
Ecuación 3.14: Volumen de un material.....	59
Ecuación 3.15: Energía almacenada	59
Ecuación 3.16: Pérdidas por convección	60

Ecuación 3.17: Número Nusselt.....	60
Ecuación 3.18: Número de Rayleigh.....	60
Ecuación 3.19: Número de Grashof.....	61
Ecuación 3.20: Temperatura de película.....	61
Ecuación 3.21: Número de Prandtl	62
Ecuación 3.22: Número de Nusselt.....	63
Ecuación 3.23: Pérdidas por radiación.....	64
Ecuación 3.24: Factor de seguridad.....	71
Ecuación 3.25: Módulo de sección.....	72
Ecuación 3.24: Factor de seguridad.....	75

PRESENTACIÓN

El presente trabajo consta de 6 capítulos, a continuación se hace un breve detalle de cada uno.

En el capítulo 1 se hace hincapié en el planteamiento del proyecto empezando por el problema, se citan los objetivos, general y específicos, luego se plantea la justificación con su debido alcance, posterior a esto se encuentra la limitación y la debida introducción del proyecto, todos estos son puntos clave para el desarrollo del mismo.

En el capítulo 2 se tratará temas como son los métodos de sellado, un breve estudio de los plásticos, para conocer sus propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, ópticas, y métodos de sellado etc.

En el capítulo 3 se enfoca en el diseño mecánico de la selladora. Allí se detalla una a una las partes de la selladora, los materiales a usar y cálculos respectivos para su selección.

En el capítulo 4 se centra en lo que respecta al sistema eléctrico y de control empleados en la selladora, como lo son repuestos de baja y media potencia como también el control de temperatura y de velocidad respectivamente.

En el capítulo 5 se dirige a que una vez realizado el diseño, construcción y montaje del prototipo, se realizan las pruebas de campo, si estas arrojan resultados satisfactorios, se concluye que todas las consideraciones realizadas son correctas.

Y finalmente en el capítulo 6 se plantean las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el transcurso del desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO I

1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa TERRAFÉRTIL S.A. ha llegado a constituirse en una de las empresas pioneras a nivel nacional e internacional, en la categoría de pequeña y mediana empresa, cuya actividad social y económica es la elaboración, producción, y comercialización de frutos secos y deshidratados, destinados al consumo humano, garantizando su inocuidad en cada uno de sus procesos.

Para el proceso de sellado, actualmente en la empresa se utilizan selladoras a pedal, como se muestra en la (figura 1.1), con un rendimiento efectivo de 15 a 20 fundas por minuto, y teniendo una productividad tan alta se hace difícil controlar la hermeticidad y estética de sellado funda a funda.



Figura 1.1: Proceso actual de sellado

Para la elaboración de cada uno de estos productos la empresa se rige por varios estándares de calidad. Inclusive han llegado a implementar las buenas prácticas de manufactura BPM's, en cada uno de sus procesos, que empieza con la rigurosa selección de la materia prima, en la que los proveedores son sometidos a evaluaciones de carácter de calidad. Luego el proceso de transformación de la materia que es canalizado e implantado por el departamento de control de calidad, que son los encargados de liberar los lotes tanto de materia prima como de producto terminado.

Para el embalaje de los productos se utilizan fundas doy pack que son fundas prefabricadas y que están dotadas de un cierre-fácil en la parte superior como se detalla en la (figura 1.2); el empaque está constituido por polietileno de baja densidad (PEBD) y otras características que se las encuentra en el ANEXO VI A, como lo son:

- Excelente sellabilidad.
- Buena resistencia al impacto, rasgado y punzonado.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Tienen una cara tratada para laminación.



Figura 1.1: Fundas prefabricadas

El punto de estudio se encuentra en el área de frutos secos y deshidratados, que es donde se procesan y envasan los productos, existen diversas presentaciones, y pesos de los productos, por ende el tamaño del empaque va a variar, ver la tabla 1.1, se usan las fundas prefabricadas, que juegan un papel fundamental juntamente con el método de sellado empleado.

Tabla 1.1: Productos elaborados en la empresa TERRAFÉRTIL S.A.

ENVASE	PRESENTACIÓN (Gramos)	DIMENSIONES DE LA FUNDA Alto x Ancho (mm)
Ciruela sin semilla	350	210x160
Fruit & nut mix	350	210x160
Fruit mix	350	210x160
Arándano	350	210x160
Maní	350	210x160
Pasas	350	210x160
Ciruelas con pepa	350	210x160
Nueces	350	210x160
Almendras	350	210x160
Ciruela sin semilla	150	160x150
Fruit & nut mix	150	160x150
Fruit mix	150	160x150
Arándano	150	160x150
Maní	150	160x150
Pasas	150	160x150
Ciruelas con pepa	150	160x150
Ciruelas sin pepa	150	160x150
Nueces	150	160x150
Almendras	150	160x150

1.2 PROBLEMA

El sellado térmico es el proceso más crítico dentro de la industria alimenticia, ya que de este depende la vida útil del producto, sin embargo existen industrias en donde todavía se realiza dicho proceso manualmente ocasionando problemas estéticos y más aún si repercute en el tiempo de producción.

En la empresa el proceso de sellado de las fundas cierra-fácil se realiza mediante selladoras de pedal, en donde la presión y temperatura de los selladores no son controladas, por ende no se puede garantizar la hermeticidad y presentación del producto.

Se está produciendo una gran revolución con las nuevas tecnologías, de las que cada vez obtenemos mayor precisión y fiabilidad en los diferentes procesos, por lo tanto con la selladora de fundas cierra-fácil se mejorará en gran cantidad la productividad de la empresa, cabe destacar que, gracias a las nuevas tecnologías, el control de la contaminación y la salud ocupacional es cada vez mayor.

Desarrollando el presente proyecto se brindará una solución real a una necesidad de renovar un proceso en la industria local, demostrando así como las máquinas y los procesos pueden ser mejorados con la tecnología y con una alta visión empresarial.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una máquina selladora térmica en línea de fundas cierra-fácil, que satisfaga las necesidades de la producción, en la empresa TERRAFÉRTIL S.A.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables que intervienen en el proceso de sellado para tener un previo diseño del prototipo.
- Diseñar y seleccionar los diferentes elementos mecánicos, eléctricos, y de control, para cumplir las expectativas de diseño inicialmente planteadas.
- Construir y ensamblar cada uno de los elementos de la máquina.
- Realizar las diferentes pruebas y ajustes para el funcionamiento óptimo de la selladora.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es pertinente por que aborda una gran variedad de aspectos relacionados en los procesos industriales, el campo en el que se prevé contribuir con el mejoramiento y optimización en este caso es el termo sellado de los empaques.

En TERRAFERTIL S.A., según datos obtenidos por parte del área de producción, se tiene que el rendimiento efectivo en el proceso de sellado es de 15 a 20 fundas por minuto, resultando relativamente baja con respecto a la gran demanda de pedidos, entonces es de gran importancia la implementación de nuevos métodos de sellado en sus procesos, ya que se espera que gracias a este sistema se logre una mayor calidad en sus productos.

Mediante la elaboración de la máquina selladora se pretende elevar los índices de producción, optimizar los procesos de elaboración del producto y por ende le permita a la empresa competir con las grandes industrias.

1.6 ALCANCE

Este proyecto se enfoca en optimizar el proceso de sellado de las fundas cierra fácil, por lo que esta selladora en línea es apropiada para sellar todo tipo de películas plásticas.

Teniendo en cuenta de que el diseño proporciona las mejores condiciones de funcionamiento y operatividad, existen algunas características que se establecen a continuación:

- Con el equipo se acortará el tiempo empleado en el proceso de sellado.
- El equipo a diseñar debe sellar los tipos de fundas utilizadas en producción en todos sus tamaños teniendo como referencia la más grande de 350gr.
- La velocidad de avance para los rodillos selladores y la banda transportadora será la misma y regulables, para que le permita al operario tener un tiempo prudente para la manipulación y posterior empaque del producto.
- El voltaje de alimentación del equipo será de 110Vac.
- El equipo debe ser fácilmente manipulable, y versátil.
- La estructura y carcasa se elaborarán en acero inoxidable para garantizar la asepsia y estándares de calidad.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 TÉCNICAS DE SELLADO

Para el sellado de los plásticos se emplean algunos métodos utilizados en el ámbito industrial, entre ellos se tiene:

- Sellado térmico
- Sellado ultrasónico
- Sellado adhesivo

2.1.1 SELLADO TÉRMICO

El sellado térmico consiste en sellar dos porciones superpuestas de un material, mediante el uso de calor generado por resistencias calefactoras sobre barras calientes que unen las porciones del material. Esta técnica requiere el uso permanente de alta cantidad de energía para mantener calientes las barras de sellado. Se puede utilizar este método para todo tipo de productos ya que no se utiliza ningún tipo de sustancia pegante o resina que pueda ser tóxico o perjudicial para la salud. (Verdugo, 2010)

Entre sus principales características se encuentran:

- Sencillo en cuanto a la implementación y uso.
- No requiere maquinaria ni controles sofisticados.
- Es de bajo costo de implementación.
- No utiliza solventes ni sustancias de relleno.

- Sellado confiable y resistente.
- Requiere un previo tiempo para calentamiento de niquelinas y barras.

2.1.2 SELLADO ULTRASÓNICO

El sellado ultrasónico es una técnica innovadora en la que se utiliza la frecuencia de ultrasonido para unir entre si molecularmente dos porciones de un material. Este método es ambientalmente amigable ya que tiene un uso muy eficiente de la energía para el proceso de sellado. Las piezas a sellar no se calientan hasta el punto de fusión, sino que se sueldan mediante la aplicación de presión y vibraciones mecánicas de alta frecuencia. (Verdugo, 2010)

Entre sus principales características se encuentran:

- Sellado de varios materiales de acuerdo a la compatibilidad del polímero: PV, PVC, PE, PET, ABS, compuestos, fibras, películas.
- Tiempos de proceso muy rápidos.
- Alto control y monitoreo del estado del proceso.
- Sellado confiable y resistente sin imperfecciones visual.
- Tecnología de bajo consumo de energía muy amigable con el ambiente.
- No utiliza solventes ni sustancias de relleno para el sellado.
- Empaques impermeables.
- No requiere previo calentamiento de la máquina. (Verdugo, 2010)

2.1.3 SELLADO ADHESIVO

Este procedimiento de sellado involucra el uso de pegamentos y sustancias adhesivas para la unión de las partes plásticas y formación de la funda. Las sustancias adhesivas y pegamentos que se usan en la fabricación de envases de

almacenamiento son de alto riesgo para la salud humana y por lo tanto no se usan en envases que contengan productos comestibles o de uso humano o animal. (Verdugo, 2010)

Entre sus principales características se encuentran:

- Sellado de materiales compatibles con el tipo de pegamento.
- El sellado no es completamente impermeable.
- Tiempos de proceso moderados.
- Bajo consumo de energía.
- Uso de pegamentos, siliconas o resinas en el sellado.
- Sellado resistente pero sin posibilidad de re uso del empaque.

2.2 TIPOS DE SELLADORAS INDUSTRIALES QUE EMPLEAN EL SELLADO TÉRMICO

2.2.1 SELLADORAS DE PEDAL

La selladora de pedal tiene un control de tiempo de sellado para proteger el material y asegurar un correcto sellado. Cuentan con un pedestal para un mejor manejo del producto, ver (figura 2.1), así como un sistema de cierre de las resistencias de sellado a través de un pedal. Estas selladoras son hechas para sellados de fundas con un calibre alto del film. (Morales, 2010)



Figura 2.1: Selladora de pedal

Fuente: (Morales, 2010)

2.2.2 SELLADORAS CONTINUAS

Este tipo de selladoras se basa en el choque térmico como principio de sellado; cuenta también con la función de banda infinita de cargado y sellado, transporta, sella e imprime en una sola operación. Estas máquinas están diseñadas con controles de temperatura y de velocidad de transportación para asegurar una producción y calidad constante, ya sea por un sellado horizontal ver (figura 2.2), o vertical ver (figura 2.3) (para líquidos, etc.), y con refuerzo en la base para mantener de pie a la funda. (Morales, 2010)



Figura 2.2: Selladora continua horizontal

Fuente: (Solution, 2014)



Figura 2.3: Selladora continua vertical

Fuente: (Industry, 2014)

2.2.3 SELLADORAS DE ESCUADRA

Estos equipos son especiales para materiales en rollos o bobinas de película doblada en un lado y abierta del otro. A diferencia de las anteriores, estas selladoras cuentan con resistencias de alambre redondo colocadas en ángulo a 90°. El alambre por ser más delgado en su punto de presión, facilita con el calor trozar el material, dejando finamente unidas las paredes del material en ambos lados, es decir, para la manufactura de la bolsa que precederá un lado ya ha quedado cerrado, el segundo lado ya está de la misma forma por tratarse de un material doblado y con un sólo sellado a realizar en forma de escuadra, ver (figura 2.4). (Morales, 2010)



Figura 2.4: Selladora a escuadra

Fuente: (Expoindustrial, 2014)

2.3 POLÍMEROS

Un polímero es como si uniésemos con un hilo muchas monedas perforadas por el centro, al final se obtiene una cadena de monedas, en donde las monedas serían los monómeros y la cadena con las monedas sería el polímero, un ejemplo más claro sería que el monómero del polietileno es el etileno, el cual se repite muchas veces a lo largo de toda la cadena, como se aprecia en la (figura 2.5). (Adhesivos, 2014)

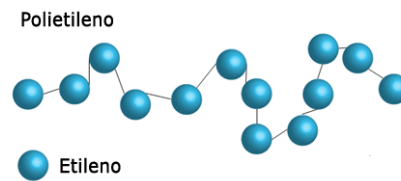


Figura 2.5: Composición de un polímero
Fuente: (Adhesivos, 2014)

Para tener en conocimiento de donde surge el polietileno, o ver a qué familia corresponde hay que basarse en un cursograma, ver (figura 2.6), detallando la clasificación de los polímeros, de los cuales por su origen, se dividen en naturales y sintéticos, entre los sintéticos están los plásticos, que es el punto de estudio, ya que de ahí surgen los termoplásticos.

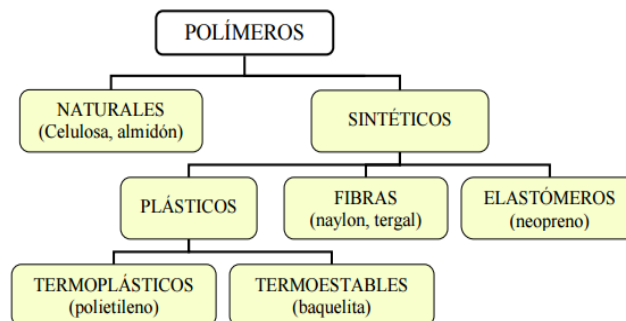


Figura 2.6: Clasificación de los polímeros

Fuente: (Laboral, Polímeros, 2014)

En la planta se usa actualmente fundas cierra-fácil de polietileno de baja densidad (PEBD) para la comercialización del producto. Tomando en cuenta que el principal objetivo de este proyecto es el diseño y construcción de una máquina selladora de fundas cierra-fácil, es conveniente realizar un breve estudio del polietileno, que es el material utilizado para este fin.

2.3.1 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

El polietileno de baja densidad es un termoplástico comercial, semicristalino (un 50% típicamente), transparente y más bien blanquecino, flexible, liviano, impermeable, inerte (al contenido), no tóxico, tenaz (incluso a temperaturas bajas), con poca estabilidad dimensional, pero de fácil procesamiento y bajo coste. (Valladolid, 2014)

2.3.2 PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

EL Polietileno de baja densidad es la materia prima del envase a usarse para la presentación de los productos, por lo que se va a ver algunas características necesarias de estos plásticos para su análisis.

2.3.2.1 Características Mecánicas

Las cadenas moleculares son desplazables entre sí, con mayor facilidad cuanto más elevada sea la temperatura. Para ello, solo se necesita una pequeña fuerza para que produzca el desplazamiento con rapidez. Sin embargo, cuanto menor sea la temperatura, o bien, cuanto más congelado este el plástico, mayor es la fuerza que ocasione un desplazamiento determinado, en la tabla 2.1 se muestra las propiedades del polietileno, según estos datos se determinan algunos

fenómenos que generan en el proceso y los que el envase puede resistir, entonces en base a estos se tiene: (Bedoya, 2007).

Tabla 2.1: Propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Módulo elástico E (N/mm ²)	200
Módulo de tracción (GPa)	0,1-0,3
Resistencia a tracción (MPa)	5 - 25
Esfuerzo de rotura (N/mm ²)	8 - 10
Elongación a ruptura (%)	20

Fuente: (Valladolid, 2014)

2.3.5.2 Características Térmicas

La estabilidad dimensional al calor, es una característica relacionada con la disminución de la resistencia mecánica por aumento de la temperatura. Actualmente se suele indicar solo una temperatura límite de servicio o un intervalo de la misma, dentro de la cual las características de servicio esperadas no disminuyen considerablemente, en la tabla 2.2 se muestran las características térmicas del polietileno. (Bedoya, 2007).

Tabla 2.2: Características térmicas del polietileno de baja densidad

PROPIEDADES TÉRMICAS	
Calor específico (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	1900-2300
Coeficiente de expansión (x 10 ⁶ K ⁻¹)	100-200
Conductividad térmica a 23 °C (W/mK)	0,33
Temperatura de reblandecimiento (°C)	110
Temperatura de cristalización (°C)	105-110

Fuente: (Valladolid, 2014)

2.3.5.3 Características Eléctricas

Uno de los campos de la aplicación de los plásticos es ser elementos aislantes, teniendo una gran importancia, debido a sus propiedades y carácter dieléctrico.

Mediante medidas eléctricas se tiene información sobre las características de aceptación como resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica, factor de pérdidas dieléctricas, etc. Además de la estructura molecular y grado de endurecimiento, en la tabla 2.3 se muestran las propiedades eléctricas del polietileno. (Bedoya, 2007)

Tabla 2.3: Características eléctricas del polietileno

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	
Constante dieléctrica a 1 MHz	2,2-2,35
Factor de disipación a 1 MHz	$1-10 \times 10^{-4}$
Resistencia dieléctrica (kv mm ⁻¹)	27
Resistencia superficial (ohm/sq)	1013
Resistencia de volumen (ohm cm)	$10^{15}-10^{18}$

Fuente: (Valladolid, 2014)

CAPÍTULO III

3 DISEÑO MECÁNICO DE LA SELLADORA

En este capítulo se describe el método de diseño en ingeniería usado para llegar a la solución del problema. Se detallan los procedimientos de diseño en ingeniería utilizados que son de gran ayuda para determinar un diseño preliminar mediante matrices de decisión, a su vez complementado con sus respectivos cálculos.

3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

La empresa TERRAFÉRTIL S.A. como productores de frutos secos y deshidratados pretenden obtener muy buenos resultados con la selladora, ahorrar tiempo y a la vez tener una mayor producción, por lo que se debe cumplir con los siguientes requerimientos de diseño.

3.1.1 FUNCIONALES

3.1.1.1 Tareas a realizar

- Ingreso manual de la fundas.
- Alimentación horizontal de las fundas.
- Arrastre de las fundas al área de los rodillos de sellado, por medio de bandas de silicona.
- Sellado de las fundas que se alimenten a la máquina.
- Posterior arrastre de la funda para mantener estabilidad por medio de rodillos de silicona.
- Ayudar al empaque a recorrer la etapa mediante una banda transportadora.

- Despacho de bolsa para su posterior empaquetado.

3.1.1.2 Parámetros de diseño

- Tipo de empaque a sellar: Fundas Prefabricadas tipo Doy pack.
- Temperatura de operación: 100-160 °C
- Temperatura ambiente del producto a sellar: 18 °C.
- Energía de alimentación, debe ser 110 Vac Monofásico, 60 Hz.
- Las dimensiones ajustadas a instalaciones (mediana y pequeña empresa), ser ligero y versátil.
- En cuanto a las partes de control sea netamente eléctrico y de fácil intercambio y reemplazo de repuestos.
- Construcción en acero inoxidable 304 y materiales grado sanitario, aptos para el contacto con alimentos según normas internacionales.

3.1.2 OPERACIONALES

- Debe ser de fácil movilidad y ajuste.
- Que sea de fácil desmontaje.
- Diseñar pensando en el operador, para personal con poca calificación.
- Ergonómica y pensada en la seguridad del personal.
- De fácil instalación y operación, de fácil entendimiento.

3.1.3 COMERCIALES

- Las dimensiones de la máquina deben ajustarse a los espacios en la micro, pequeña y mediana empresa.
- Vida útil: 10 años aproximadamente.
- Uso de materiales o repuestos de proveedores locales preferiblemente.

- Uso de materiales poco degradables para garantizar su vida útil.

3.2 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

En la formulación de alternativas de diseño se tiene un banco de opciones para luego ser elegidas estratégicamente tanto en el mecanismo de sellado como en el mecanismo de tracción de movimiento del equipo, la alternativa a elegir será la que mediante el estudio en una matriz de decisión y la opción apropiada va a ser en la que se obtenga un mayor puntaje.

3.2.1 SELLADO

3.2.1.1 Sellado por inducción (opción A)

Se denomina sellado por inducción a un método, sin contacto, en el que se calienta un disco metálico para sellar herméticamente la parte superior en inferior de las láminas de plástico. Este proceso de sellado se realiza luego de que el contenedor ha sido llenado con su contenido y colocado en su posición. En la (figura 3.1) se muestra una selladora por inducción.



Figura 3.1: Máquina de sellado por inducción

Fuente: (Basantes, 2014)

Ventajas

- Reducción de peso en envases o botellas.
- Menor tiempo de mantenimiento.
- Mayor velocidad de producción.
- Mantiene una excelente hermeticidad del envase.

Desventajas

- Alto consumo de energía.
- Alta restricción en materiales de sellado.

3.2.1.2 Sellado por mordazas (opción B)

El sellado por mordazas consiste en el calentamiento de un par de mordazas, ver (figura 3.2), por medio de resistencias tubulares ubicadas estratégicamente en el alma de dichas piezas y controladas a su vez con pirómetros, su efectividad está enfocada en la presión entre las dos piezas y obviamente en la temperatura de trabajo.

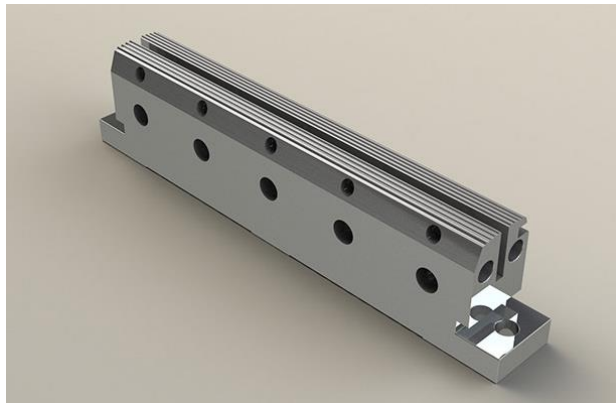


Figura 3.2: Mordazas de acero inoxidable

Fuente: (Cortav, 2014)

Ventajas

- Temperatura fácilmente controlable.
- Labrado en sus caras para optimizar sellado.
- Vida útil muy prolongada.

Desventajas

- Fabricar mordazas según el tamaño del empaque.
- Demora en el inicio de operación hasta alcanzar temperatura adecuada.
- Elaboración de alto costo.

3.2.1.3 Sellado por rodillos (opción C)

Son rodillos cóncavos y son elaborados básicamente con bronce, ver (figura 3.3), para su calentamiento se usan resistencias tipo abrazadera colocada en el interior y cuya temperatura es controlada por un pirómetro, su principio es parecido al de las mordazas, con la pequeña diferencia que se lo puede emplear como un sellado continuo.



Figura 3.3: Rodillos de bronce

Ventajas

- Temperatura fácilmente controlable.
- Banda externa labrada en sus bordes para optimizar sellado.
- Uso continuo de sellado, sirve para varios tamaños de fundas.
- Vida útil muy prolongada.

Desventajas

- Demora en el inicio de operación hasta alcanzar temperatura adecuada.

3.2.1.4 Sellado por ultrasonido (opción D)

Estos equipos de soldadura por ultrasonidos están constituidos principalmente por el generador, el convertidor piezoeléctrico y el sonotrodo. El convertidor piezoeléctrico cerámico convierte las oscilaciones eléctricas en oscilaciones mecánicas ultrasónicas. Y el sonotrodo transmite, por medio de un potenciador, las oscilaciones a las partes a soldar, que están fijadas entre éste y un yunque, produciéndose de este modo una fricción cuya energía se disipa en forma de calor y eleva la temperatura en el interfaz a la requerida para la soldadura entre 0,02 y 2 s. En la (figura 3.4) se muestra una selladora que emplea ultrasonido. (Ighler, 2014)



Figura 3.4: Equipo de sellado por ultrasonido

Fuente: (Ighler, 2014)

Ventajas

- Permite ahorro de energía y el tiempo de sellado.
- Alta hermeticidad y estética del envase.
- Sella gran variedad de termoplásticos.
- Vida útil alta.

Desventajas

- Equipo sumamente caro.
- Se manejan altos niveles de voltaje y frecuencias por lo que se debe capacitar muy bien al personal para evitar accidentes.

3.2.1.5 Matriz de decisión del sistema de sellado

En la matriz de decisión, ver tabla 3.1, se evalúa las alternativas planteadas con respecto a los criterios de diseño, obteniendo un puntaje individual en cada opción, siendo la de mayor porcentaje la que se adapte a los criterios y la opción a elegir para implantarla en la presente máquina.

En la matriz actual se utilizará una escala de ponderación de 1 a 30 que es la característica de seguridad, y serán distribuidas en cada una de las alternativas por ende la sumatoria total será de 100% que es la de un prototipo ideal, a la que se pretende llegar lo más aproximado.

Entre las técnicas de ponderación se tiene de mayor a menor.

Seguridad > Bajo costo inicial > Silencioso > Bajo costo de operación y mantenimiento = Buen desempeño = Tamaño pequeño y ligero = Facilidad de manufactura = Facilidad de servicio y reemplazo de piezas = Facilidad de servicio y reemplazo de piezas = Facilidad de operación = Componentes de fácil adquisición en el mercado.

Tabla 3.1: Matriz de decisión del sistema de sellado

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ALTERNATIVAS DE DISEÑO				
	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	OPCIÓN D	IDEAL
Seguridad	20	20	25	18	30
Bajo costo inicial	4	8	12	1	15
Silencioso	8	5	7	8	10
Bajo costo de operación y mantenimiento	1	4	4	1	5
Buen desempeño	4	3	4	4	5
Tamaño pequeño y ligero	2	1	4	4	5
Facilidad de manufactura	2	1	4	3	5
Facilidad de servicio y reemplazo de piezas	5	3	4	3	5
Facilidad de operación	4	3	5	4	5
Componentes de fácil adquisición en el mercado	2	4	4	2	5
TOTAL %	52	52	73	48	100

La alternativa más adecuada para el diseño del sistema de sellado, es el sellado por rodillos térmicos con un porcentaje del 73%. La segunda opción es el sellado por inducción o por mordazas.

3.2.2 TRACCIÓN DE MOVIMIENTO

3.2.2.1 Tracción por engranajes (opción A)

Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo. (Wikipedia, Engranajes, 2014)



Figura 3.5: Engranajes

Fuente: (Ferromaq, 2014)

Ventajas

- Gran torque de transmisión.
- Tiene alta eficiencia.
- Mantiene la relación de transmisión constante.
- Funcionamiento puede llegar a ser muy silencioso.

Desventajas

- Diseñado especialmente para distancias cortas.
- La elaboración debe ser precisa y es de alto costo.
- Su alto coste y poca flexibilidad.
- Requiere lubricación constante.

3.2.2.2 Tracción por cadena (opción B)

Es un mecanismo constituido por cadenas de eslabones articulados que se adaptan a ruedas dentadas llamadas catarinas. Es aplicable cuando las distancias entre los centros de los árboles conductor y conducido es demasiado corta para usar correas y demasiado largas para utilizar engranajes, en la (figura 3.6) se puede apreciar la transmisión por cadenas.



Figura 3.6: Cadenas

Fuente: (Surtirodamientos, 2014)

Ventajas

- Mantenimiento no demasiado complicado.
- No existe patinamiento.
- Útil en largas distancias.
- Silencioso.

Desventajas

- Se usa en bajas revoluciones.
- Poseen un costo elevado.
- Necesita mecanismos adicionales como: tensores.

3.2.2.3 Tracción por banda (opción C)

Son bandas industriales, ver (figura 3.7), utilizadas para transmitir la velocidad y a su vez la potencia, utilizada donde específicamente existen condiciones limitadas de espacio o se requiere de una característica particular, además el campo de aplicación puede ser muy amplio.



Figura 3.7: Bandas de transmisión

Fuente: Wikipedia, Correa de transmisión, 2014

Ventajas

- Fácilmente manipulable.

- Bajos costos en mantenimiento.
- Muy silencioso.
- Diseño sencillo.

Desventajas

- En el movimiento la banda esta propensa a patinar en la polea.
- No se transmite al 100% el movimiento.
- No soporta grandes fuerzas.
- Vida de la banda relativamente corta.

3.2.2.4 Matriz de decisión del sistema de tracción.

En la presente matriz de decisión, ver tabla 3.2, se llegará a analizar cada una de las alternativas de diseño, el análisis se basará necesariamente en algunos criterios base a los cuales se les determinará un puntaje y que obviamente sumados se acogerá la alternativa de mayor porcentaje.

Para el desarrollo de la presente matriz se utilizará una escala de ponderación de 1 a 30 que es la característica de seguridad con el mayor puntaje, y a su vez serán distribuidas en cada una de los criterios de diseño cuya sumatoria total será de 100% que es el porcentaje de un prototipo ideal. A continuación se detalla en la tabla.

Entre las técnicas de ponderación se tiene de mayor a menor.

Seguridad > Bajo costo inicial > Silencioso > Bajo costo de operación y mantenimiento = Buen desempeño = Tamaño pequeño y ligero = Facilidad de manufactura = Facilidad de servicio y reemplazo de piezas = Facilidad de servicio y reemplazo de piezas = Facilidad de operación = Componentes de fácil adquisición en el mercado.

Tabla 3.2: Matriz de decisión del sistema de tracción

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ALTERNATIVAS DE DISEÑO			
	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C	IDEAL
Seguridad	21	26	25	30
Bajo costo inicial	6	12	12	15
Silencioso	4	6	7	10
Bajo costo de operación y mantenimiento	2	4	4	5
Buen desempeño	1	4	2	5
Tamaño pequeño y ligero	2	4	3	5
Facilidad de manufactura	1	4	3	5
Facilidad de servicio y reemplazo de piezas	4	3	5	5
Facilidad de operación	4	4	4	5
Componentes de fácil adquisición en el mercado	2	4	2	5
TOTAL %	47	71	67	100

La alternativa que mejor se adapta a los requerimientos de tracción es por medio de cadenas, la opción B, debido a que se obtuvo un porcentaje del 71% teniendo como segunda opción a la tracción por bandas.

3.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA MÁQUINA

Con las matrices de decisión aplicadas al presente proyecto se obtiene finalmente un previo diseño, en el cual consta de algunas partes como lo son: la sección de la banda transportadora, la sección de arrastre de la funda, y la sección de sellado térmico, elementos que se detallan en la (figura 3.8).

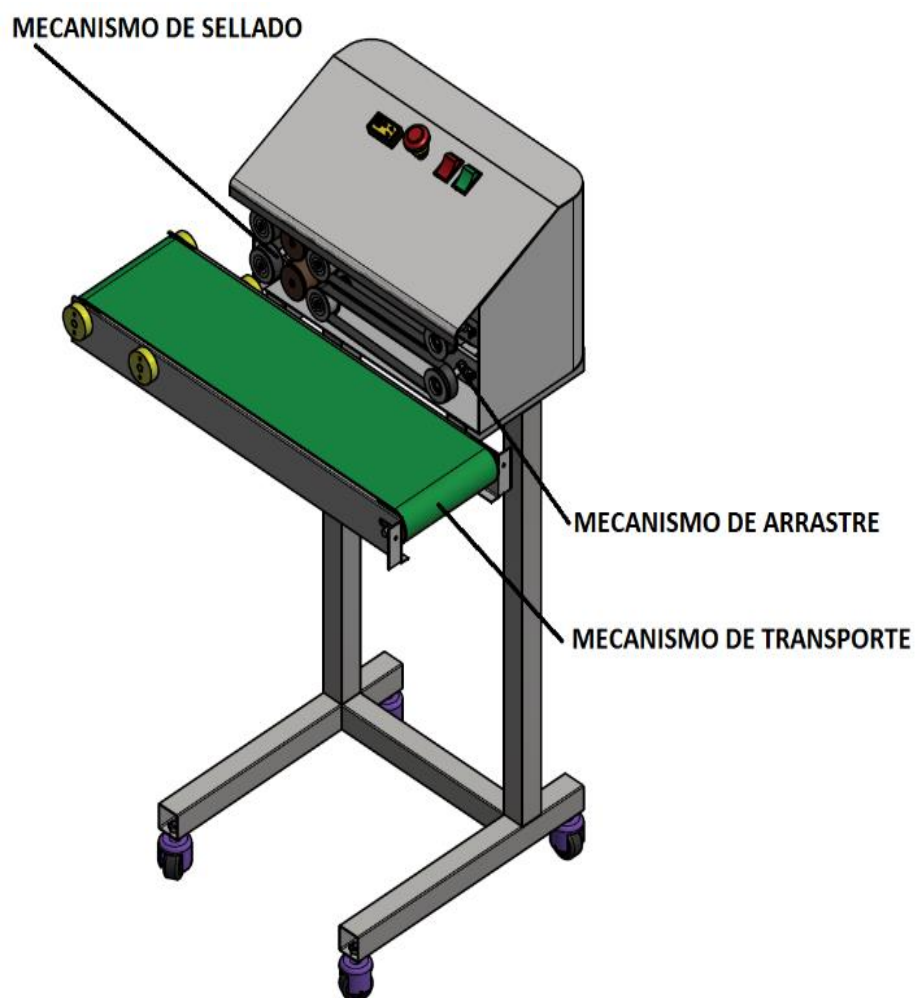


Figura 3.8: Partes de la máquina

3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES

3.4.1 ACERO INOXIDABLE 304

Comúnmente llamado el acero inoxidable “todo propósito”, tiene propiedades adecuadas para gran cantidad de aplicaciones. Se recomienda para construcciones ligeras soldadas en las que el recocido no es práctico o posible, pero que requieren buena resistencia a la corrosión. Otras propiedades del tipo 304 son su servicio satisfactorio a altas temperaturas (800 °C a 900 °C) y buenas propiedades mecánicas. El tipo 304 contiene bajo carbono con lo que se evita la precipitación de carburos durante periodos prolongados de alta temperatura; tiene un contenido de carbono de 0,08% máximo por lo que se le considera un material satisfactorio para la mayoría de las aplicaciones con soldadura. (Ingefilter, 2014)

La composición interna del acero inoxidable 304 se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3: Composición del acero inoxidable 304

ELEMENTO	SÍMBOLO	CANTIDAD
Carbono	(C)	0,07%
Silicio	(Si)	1%
Manganeso	(Mn)	2%
Fósforo	(P)	0,045%
Azufre	(S)	0,03%
Cromo	(Cr)	18-20%
Níquel	(Ni)	8-10,5%

Fuente: (Ingefilter, 2014)

El acero inoxidable 304 según el catálogo que se encuentra en el ANEXO VI D. tiene las características mecánicas, como se detalla en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Propiedades mecánicas del acero inoxidable

CARACTERÍSTICA	VALOR
Esfuerzo de fluencia	310 MPa (45 ksi)
Esfuerzo máximo	620 MPa (90 ksi)
Módulo de elasticidad	200 GPa (29000 ksi)
Densidad	7,8 g/cm ³
Elongación	30 % en 50 mm

Fuente: Ficha técnica acero inoxidable Sumitec

Dichos valores serán de gran ayuda en el desarrollo del proyecto.

3.4.2 BRONCE AL ALUMINIO

Tiene una elevada resistencia a la tracción y un buen límite elástico junto con una dureza y una ductilidad presente en el bronce al aluminio. Durante el proceso de extrusión, el metal se trabaja en caliente, produciendo una estructura granular compacta, sin inclusiones u otros defectos, y con características físicas superiores. (Ampco, 2014)

En la tabla 3.5 se aprecia la composición del bronce al aluminio, para ver detalladamente, ver ANEXO VI E.

Tabla 3.5: Composición del bronce al aluminio

ELEMENTO	SÍMBOLO	CANTIDAD
Aluminio	(Al)	11%
Manganeso	(Mn)	Máx. 1,5%
Níquel	(Ni)	4 - 6%
Hierro	(Fe)	2 - 5%
Otros		Max. 0,85%
Cobre	(Cu)	Resto

Fuente: Ficha técnica de Bronce al aluminio AMPCO

3.4.3 DURALUMINIO

El duraluminio es una entre varias aleaciones base del aluminio. En este caso corresponde la presente aleación fundamental de aluminio y cobre para obtener gran maleabilidad y conductividad térmica. Las aleaciones tipo duraluminio son importantes aleaciones livianas empleadas, por ejemplo, en vehículos, debido a su buen compromiso resistencia mecánica/masa. En la tabla 3.6 se puede observar las características del duraluminio, extraídas del ANEXO VI F.

Tabla 3.6: Propiedades físicas del Duraluminio

PROPIEDADES FÍSICAS	VALOR
Densidad	3,25 g/cm ³
Elasticidad	70 GPa
Coeficiente de dilatación por calor	23 W/m-K
Temperatura máxima	120 – 140 °C

Fuente: Ficha técnica del duraluminio SUMINDU

3.5 CAPACIDADES

La capacidad de producción de la selladora depende mucho del juego que se tenga entre la temperatura deseada y la velocidad del motor, después de esto también se debe tomar muy en cuenta la longitud de sellado de la funda. Así que tomando en cuenta estas consideraciones se realiza un cálculo de las fundas a sellar por minuto, con ayuda de la ecuación 3.1 que se la planteó para este fin.

Según la ficha técnica de las fundas doy pack, ver ANEXO VI A y ANEXO VI B, se tiene que el ancho de la funda más grande es de 160 mm, el mismo que coincide con la longitud de sellado de la funda, a continuación en la (figura 3.9).



Figura 3.9: Funda prefabricada

Ecuación 3.1: Fórmula para encontrar la cantidad de fundas selladas por minuto

$$Q = \frac{R_s}{L_s + E_f}$$

Donde:

L_s = Longitud de sellado de la funda=16 cm = 0,16 m

E_f = Espacio entre funda y funda=15 cm = 0,15 m

R_s = Recorrido de sellado en un minuto: 10 m

Q = Cantidad de fundas selladas por minuto

Reemplazando se tiene:

$$Q = \frac{10 \text{ m}}{0,16 \text{ m} + 0,15 \text{ m}}$$

$$Q = \frac{10}{0,31} = 32,2581 = 32 \text{ fundas por minuto}$$

3.6 CÁLCULO DE LA BANDA TRANSPORTADORA Y POTENCIA DEL MOTOR.

Esta banda es la encargada de soportar el peso de las fundas durante el proceso de sellado. Se toma en cuenta que la banda sea apta para una selladora térmica en línea, con una capacidad de 3 fundas a la vez, un ancho de la funda de 16 cm, además un espacio entre funda y funda de hasta 15 cm, y la velocidad del motor es de 10 m/s.

El peso de la funda de mayor peso es de 350 gr. Entonces se determina la capacidad de carga.

$0,350 \frac{\text{kg}}{\text{funda}}$ En los 0,70 m que tiene la banda entran 3 fundas simultáneamente, entonces:

$$1,05 \frac{\text{kg}}{0,7 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ m}}{3,28 \text{ pie}} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 1 \text{ lb/pie}$$

Capacidad = 1 lb/pie

Mediante los dos datos de la tabla anterior se obtiene las características de la banda necesaria para este proyecto, las características de la banda son:

CHIORINO PVC ver ANEXO VI C

Peso 2,6 kg/m²

El coeficiente de fricción es de 0,4

Para determinar la potencia del motor necesaria se utiliza la ecuación 3.2:

Ecuación 3.2: Potencia del motor

$$P = \frac{(W + w)(F)(s)}{33000}$$

Fuente: (Morales, 2010)

Donde:

W = Peso de carga (lb)

w = Peso de banda (lb)

F = Coeficiente de fricción = 0,4

s = Velocidad (FPM) = 10 mpm = 32,81 fpm

La potencia para el retorno de la banda se considera despreciable, debido a que regresa la banda por la parte inferior y además sin carga, entonces por lo tanto se tiene:

Peso de la carga en la banda: 0,350 kg x 3 = 1,05 kg

$$1,05 \text{ kg} \left(\frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} \right) = 2,31 \text{ lb}$$

Para el peso de la banda $\left(\frac{2,6 \text{ kg}}{\text{m}^2} \right) (0,19 \text{ m}) = 0,49 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0,32 \text{ lb/pie}$

Ahora por la distancia extremo a extremo de la banda

$$\frac{0,32 \text{ lb}}{\text{pie}} (0,70 \text{ m}) \frac{3,28 \text{ pie}}{1 \text{ m}} = 0,73 \text{ lb}$$

Entonces reemplazando en la ecuación 3.2 se tiene:

$$P = \frac{(2,31 \text{ lb} + 0,73 \text{ lb})(0,4)(32,81)}{33000}$$

$$P = 1,21 \times 10^{-3} \text{ hp} (1,5 \text{ del factor de servicio})$$

$$P = 1,81 \times 10^{-3} \text{ hp}$$

Ahora la potencia que se asumirá para el motor es de 1/16 hp, que es la potencia más aproximada y existente en el mercado.

3.7 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE

3.7.1 ANÁLISIS DE CARGAS

Para el cálculo del diámetro de los ejes se va tomar en cuenta los aditamentos que se muestran en la (figura 3.10), y a seguir uno a uno los pasos para determinar el diámetro de los ejes convenientes para el diseño con un factor mínimo de seguridad de diseño de 2 que recomienda en el texto de Norton para el cálculo de ejes.

Previo a todo hay que tener bien claro un diagrama, con las fuerzas que actúan sobre el eje como se tiene en la (figura 3.10).

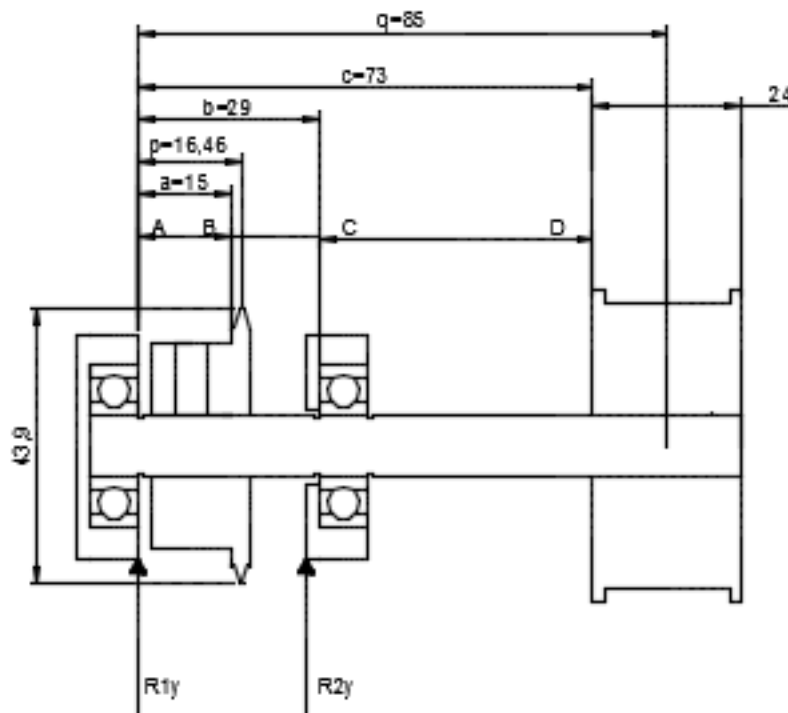


Figura 3.10: Geometría del diseño de los ejes

A este grafico se traduce un DCL, definido en la (figura 3.11), que será d gran ayuda en el transcurso de los cálculos.

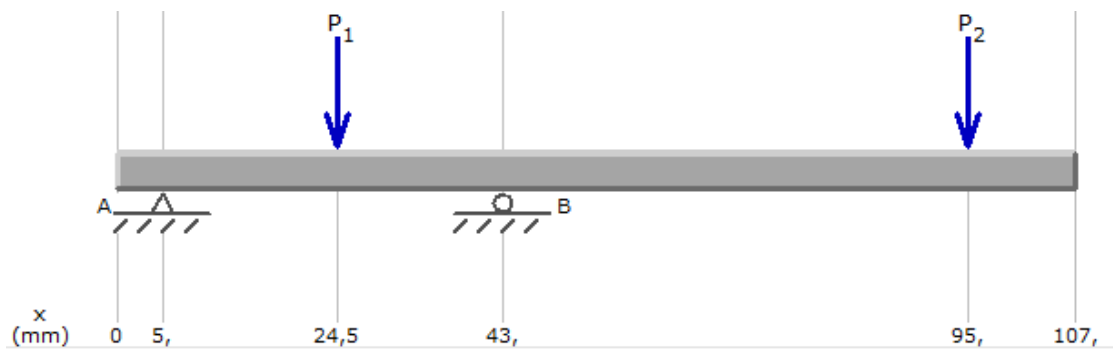


Figura 3.11: Diagrama de cuerpo libre

Se deberá transmitir 1/16 hp a 100 rpm, como datos del el motoreductor.

En este caso no existen cargas axiales aplicadas. Se empleará acero inoxidable 304 para el diseño de los ejes.

- Primero hay que determinar, mediante la ecuación 3.3 el par de torsión transmitido a partir de la potencia y la velocidad angular dadas.

Ecuación 3.3: Par torsor en una flecha

$$T = \frac{P}{W}$$

Fuente: (NORTON, 2005)

Donde:

P = Potencia a transmitir del motor en hp ó watts

W = Velocidad angular expresada en rad/unidad de tiempo

Entonces:

$$T = \frac{\frac{1}{16} \text{ hp} \left(6600 \frac{\text{in-lb/s}}{\text{hp}} \right)}{100 \text{ rpm} \left(\frac{2\pi \text{ rad/s}}{60 \text{ rpm}} \right)} \quad \text{ó} \quad T = \frac{50 \text{ W}}{100 \text{ rpm} \left(\frac{2\pi \text{ rad/s}}{60 \text{ rpm}} \right)}$$

$$T = 39,39 \text{ lb} - \text{in} \quad \quad T = 4,77 \text{ Nm}$$

Las fuerzas que actúan sobre la polea y sobre el piñón se determinan a partir del par de torsión y de sus respectivos diámetros, ver (figura 3.12).

- En la polea se tiene un lado flojo y un lado tenso, hay que concentrarse en el último para su cálculo.

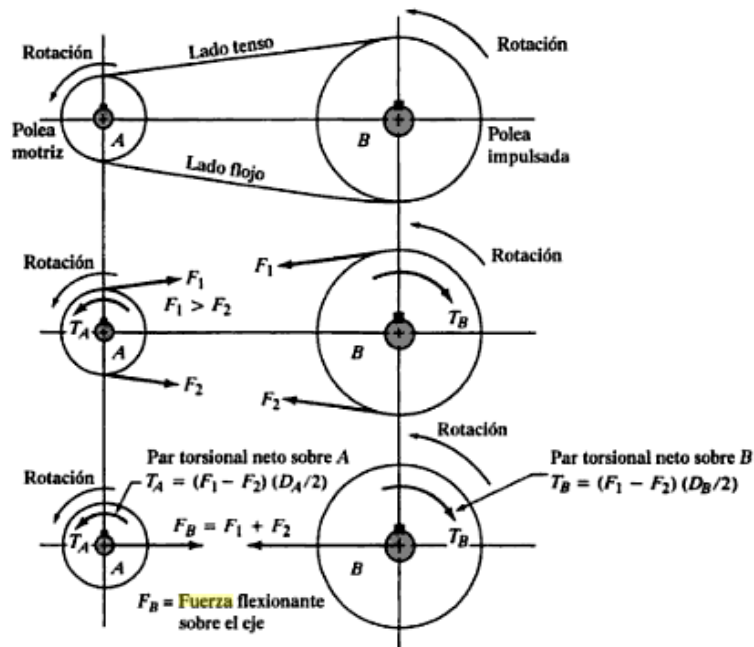


Figura 3.12: Componentes de fuerzas en bandas planas

Fuente: (MOTT, 2006)

La ecuación 3.4 se usa para transmisiones por bandas, que se deduce a:

Ecuación 3.4: Fuerza por transmisión de bandas

$$F_B = 2F_N = 2T/(D/2)$$

Fuente: (MOTT, 2006)

Donde:

F_B = Fuerza en la polea en N.

F_N = Fuerza neta asociada con el par torsor.

T = Par torsor en N.

D = Diámetro de la polea en m.

Entonces:

$$F_B = \frac{2(4,77 \text{ Nm})}{0,05 \text{ m}/2} = 381,6 \text{ N}$$

- La fuerza ejercida en las catarinas es igual a la fuerza flexionante del lado tenso de la de la cadena, una vez conocido el par torsor se conocerá la fuerza en la catarina esta se determina por la ecuación 3.5.

Ecuación 3.5: Fuerza ejercida en la Catarina

$$F_c = \frac{T}{D/2}$$

Fuente: (MOTT, 2006)

Donde:

T = Par torsor = 4,77 Nm

D = Diámetro de paso del Piñón = 0,0439 m ANEXO V D

Entonces:

$$F_c = \frac{4,77 \text{ Nm}}{0,0439 \text{ m}/2}$$

$$F_c = 108,66 \text{ N}$$

Según Mott se tiene que las fuerzas de los componentes x e y sobre las catarinas de cadenas se determinan mediante la (figura3.13).

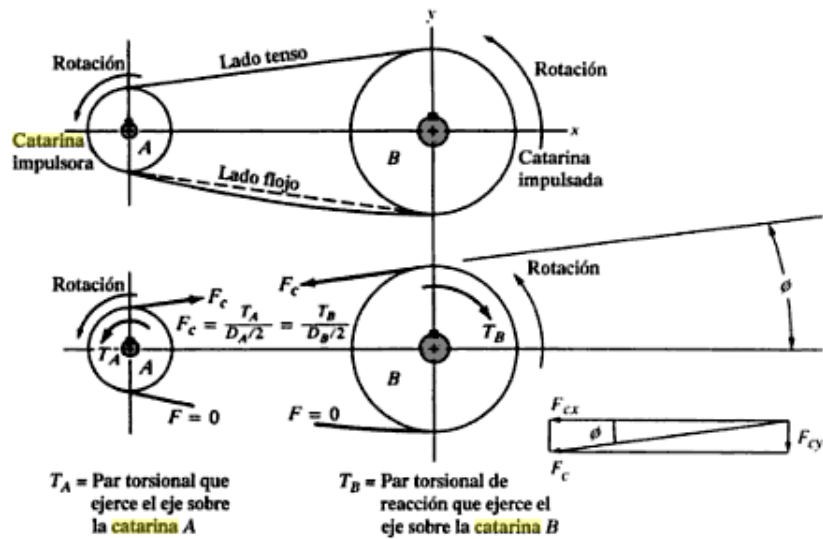


Figura 3.13: Componentes de las fuerzas en las catarinas
Fuente: (MOTT, 2006)

Entonces se determina que:

$$F_{cx} = F_c \cos \phi \quad \text{y} \quad F_{cy} = F_c \sin \phi$$

En donde la dirección x es paralela a la línea entre centros, la dirección y es perpendicular a ella, y el ángulo ϕ es el ángulo de inclinación del lado tenso de la cadena con respecto a la dirección x.

Como la relación de transmisión es 1:1 no existe el ángulo de desfase entonces quedará:

$$\begin{aligned} F_{cx} &= F_c \cos 0 & \text{y} & & F_{cy} &= F_c \sin 0 \\ F_{cx} &= 108,66 \cos 0 & & & F_{cy} &= 108,66 \sin 0 \\ F_{cx} &= 108,66 \text{ N} & & & & \end{aligned}$$

- Considerando que las fuerzas del piñón y del rodillo están concentradas cerca de sus respectivos centros. Entonces se resolverá en función de las

fuerzas de reacción en los planos xz y yz, mediante $\sum F_x = 0$; $\sum M_x = 0$ y $\sum F_y = 0$; $\sum M_y = 0$, con las dimensiones de la viga a prueba, $a=0,015$ m, $b=0,029$ m, $c=0,073$ m, lo que da $p= 0,0164$ m y $q=0,085$ m.

$$\sum M_A = R_2 b + F_C p + F_B q = 0$$

$$R_2 = -\frac{1}{b} (F_C p + F_B q) = -\frac{1}{0,029} (0,0164 F_C + 0,085 F_B) = -0,56 F_C - 2,93 F_B \quad (1)$$

$$\sum F = R_1 + F_C + F_B + R_2 = 0$$

$$R_1 = -F_C - F_B - R_2 = -F_C - F_B - (-0,56 F_C - 2,93 F_B) = -0,44 F_C + 1,93 F_B \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) se resuelven en función de R_1 y de R_2 en cada plano, según los componentes apropiados de las cargas aplicadas F_C y F_B .

$$R_{1x} = -0,44 F_{Cx} + 1,93 F_{Bx} = -0,44(108,66) + 1,93(381,6) = 688,67 \text{ N}$$

$$R_{1y} = -0,44 F_{Cy} + 1,93 F_{By} = -0,44(0) + 1,93(0) = 0 \text{ N}$$

$$R_{2x} = -0,56 F_{Cx} - 2,93 F_{Bx} = -0,56(108,66) - 2,93(381,6) = -1178,94 \text{ N}$$

$$R_{2y} = -0,56 F_{Cy} - 2,93 F_{By} = -0,56(0) - 2,93(0) = 0 \text{ N}$$

- Ya se puede determinar la carga por corte y el momento de flexión, que actúan sobre la flecha. Para esto hay que encontrar las gráficas de fuerza de corte, y momento flector, ver (figura 3.14).

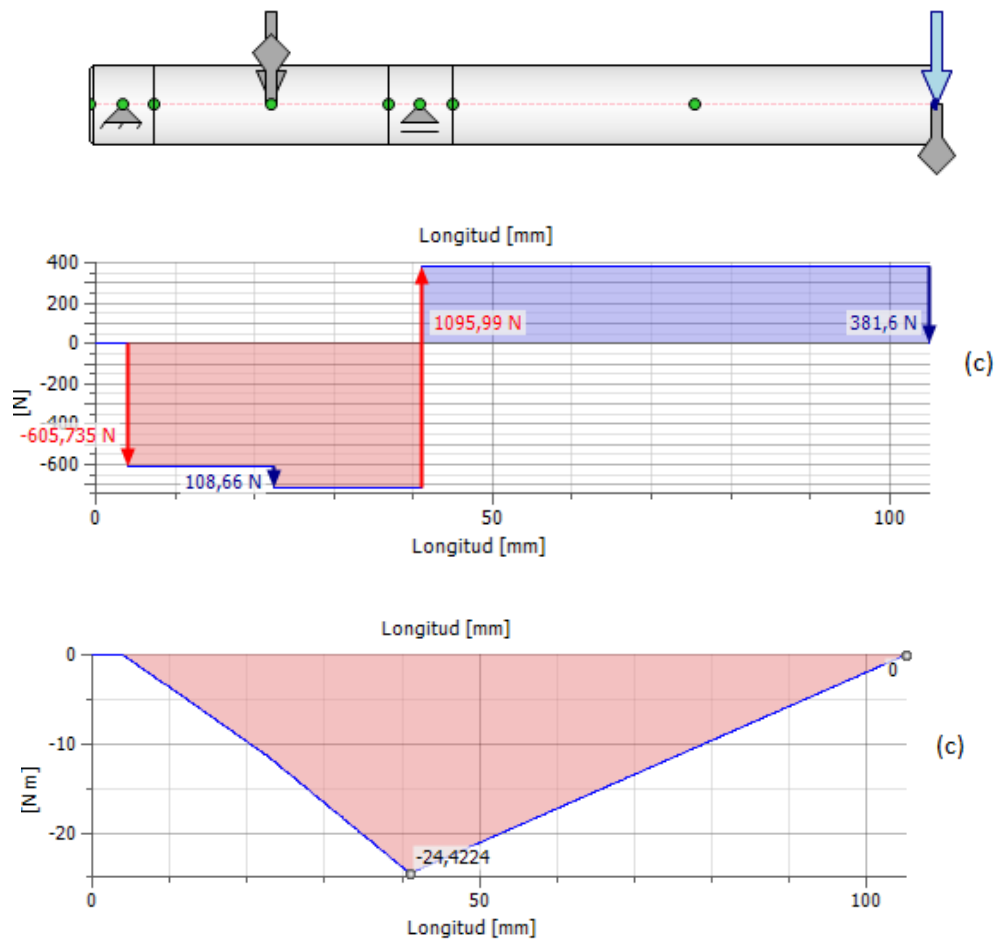


Figura 3.14: Diagrama de corte y diagrama de momento

- Para los cálculos deberá seleccionarse un material de prueba, primero se probará un acero inoxidable 304 con un $S_{ut} = 90$ kpsi y un $S_y = 45$ kpsi. Ahora se calcula la resistencia a la fatiga corregida mediante la ecuación 3.2.

Ecuación 3.2: Resistencia a la fatiga corregida

$$S_e' = 0,5S_{ut} = 0,5(90000 \text{ psi}) = 45000 \text{ psi} \quad (k)$$

Fuente: (NORTON, 2005)

Este valor se debe corregir aplicando varios factores, a fin de tomar en cuenta las diferencias entre la pieza real y el espécimen de prueba.

$$S_e = C_{\text{carga}} C_{\text{tamaño}} C_{\text{superficie}} C_{\text{temperatura}} C_{\text{confiabilidad}} S_e'$$

$$S_e = (1)(1)(0,84)(1)(1)(45000) = 37800 \text{ psi}$$

La carga es a flexión y a torsión por lo que $C_{\text{carga}} = 1$ sin existir cargas axiales. En vista que aún no se conoce el tamaño de la pieza temporalmente se pondrá que $C_{\text{tamaño}} = 1$ debido a que se estima un diámetro del eje $\leq 0,3$ pulg. y posteriormente se ajustará. Se escoge un $C_{\text{superficie}}$ de superficie relativo a un terminado maquinado. La temperatura según Norton dice que $T \leq 450^\circ\text{C}$ (850°F) entonces $C_{\text{temperatura}} = 1$, en esta etapa de diseño preliminar se supone una confiabilidad del 100%, mediante $C_{\text{confiabilidad}} = 1$.

- La sensibilidad a las muescas del material se determina usando la ecuación 3.3, con un radio de muesca supuesto de 0,01 in.

Ecuación 3.3: Ecuación de sensibilidad de muesca

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}}}$$

Fuente: (NORTON, 2005)

Donde:

q = Factor de sensibilidad a las muescas

\sqrt{a} = cte. De Neuber

\sqrt{r} = radio de muesca

Antes de todo con el gráfico 3.19 se obtiene la constante de Neuber con un $S_{ut} = 90$ kpsi entonces la constante de Neuber \sqrt{a} da un aproximado de 0,06, se lo aprecia en la (figura 3.15).

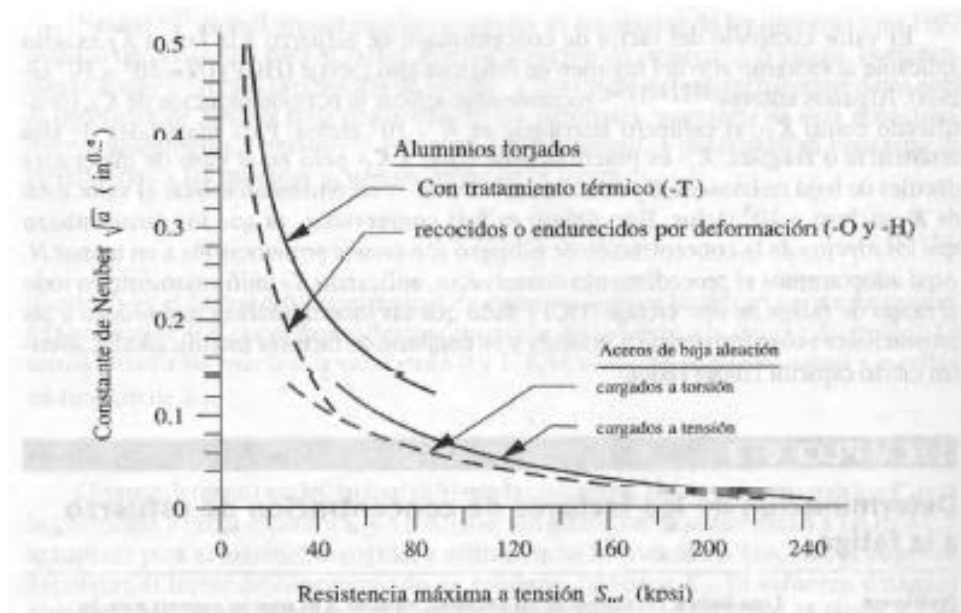


Figura 3.15: Constantes de Neuber

Fuente: (NORTON, 2005)

Reemplazando se tiene:

$$q = \frac{1}{1 + \frac{0,06}{\sqrt{0,01}}}$$

$$q = 0,625$$

- Ahora se debe encontrar el factor de concentración de esfuerzos a la fatiga y se la determina a partir de la ecuación 3.4, conforme el factor geométrico de concentración de esfuerzos supuesto arriba anotado. Para el esfuerzo a flexión en el punto C:

Ecuación 3.4: Factor de concentración de esfuerzos

$$k_f = 1 + q(k_t - 1)$$

Fuente: (NORTON, 2005)

Donde:

k_f = Factor de concentración de esfuerzos

k_t = Distancia en el esquema geométrico en pulgadas=0,0400 m= 1,5 in

q = Factor de sensibilidad a las muescas= 0,625

Entonces:

$$k_f = 1 + 0,625(1,5 - 1)$$

$$k_f = 1,31$$

La concentración de esfuerzos para un escalón cargado a torsión ver ecuación 3.5 es inferior que la misma geometría, pero cargada a flexión.

Ecuación 3.5: Factor de concentración de esfuerzos para un escalón cargado a torsión

$$k_{fs} = 1 + q(k_{ts} - 1)$$

Fuente: (NORTON, 2005)

Donde:

k_{fs} = Factor de concentración de esfuerzos para un escalón cargado a torsión.

k_t = Distancia menor en el esquema geométrico en pulgadas=0,0254 m= 1 in

q = Factor de sensibilidad a las muescas= 0,625

Entonces:

$$k_{fs} = 1 + 0,625(1 - 1)$$

$$k_{fs} = 1$$

Entonces en Norton dice en un axioma que si:

$$k_f |\sigma_{\max}| < S_y \quad \text{entonces} \quad k_{fm} = k_f = 1.31$$

- Finalmente se puede determinar el diámetro de la flecha en el punto más crítico que es C, con la ecuación 3.6.

Ecuación 3.6: Diámetro del eje

$$d = \left\{ \frac{32N_f}{\pi} \left[\left(k_f \frac{M_a}{S_f} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(k_{fsm} \frac{T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

Fuente: (NORTON, 2005)

Reemplazando se tiene:

$$d = \left\{ \frac{32(2)}{\pi} \left[\left(1,31 \frac{216,13}{37800} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(1 \frac{39,39}{45000} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0,5 \text{ in} = 0,012 \text{ m}$$

Entonces el diámetro más aproximado es de ½ in, por lo que se opta por este diámetro.

3.7.2 ANÁLISIS EN INVENTOR

Para el cálculo de los ejes del sistema de arrastre de la funda se debe de apoyarse del programa de Autodesk Inventor para el cálculo de los ejes, ya que facilitará los cálculos.

Además se ingresa en el software los coeficientes de diseño establecidos en la ficha técnica del material a usar, en este caso será el acero inoxidable 304 ubicado en el ANEXO F V.

Entonces de aquí parte el diseño y se procede a ingresar estos valores en el software, primero se ingresa las reacciones y cargas en N, como se muestra en la (figura 3.16).

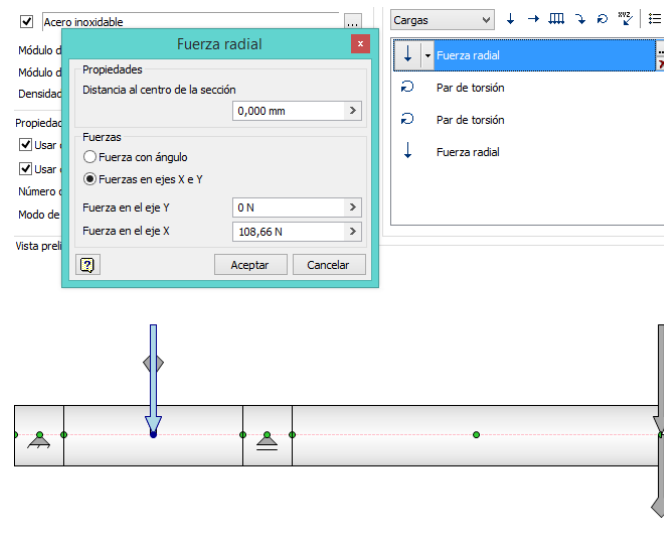


Figura 3.16: Ingreso de las reacciones

Luego se coloca el par torsor tanto del piñón como el de la banda igualmente en Nm, como se muestra en la (figura 3.17).

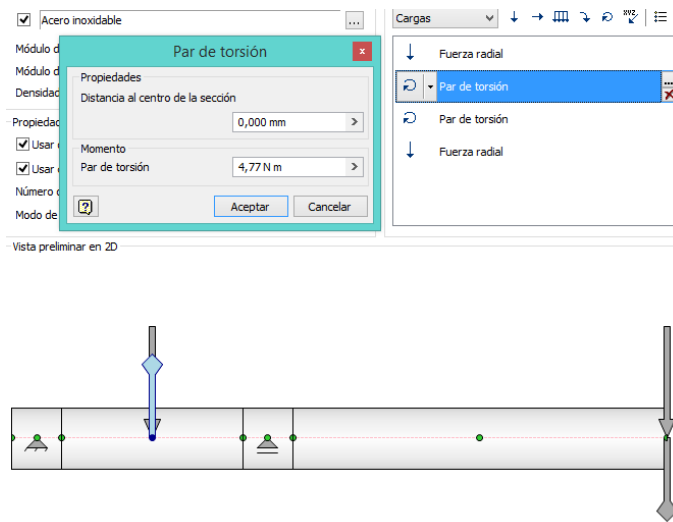


Figura 3.17: Ingreso del par torsor

Ahora se puede generar algunas gráficas que serán de mucha ayuda en el transcurso del diseño, primero se tiene una figura en la cual se detalla la fuerza de corte tanto en el plano YZ como en el plano XZ, como se tiene en la (figura 3.18).

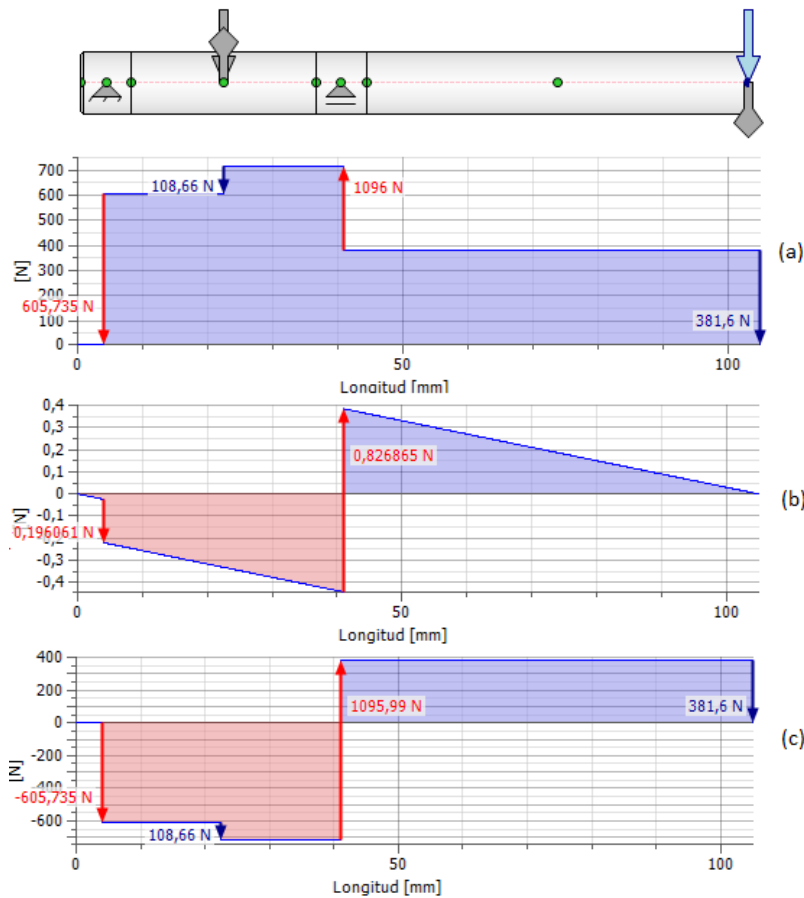


Figura 3.18: a) Diagrama de corte b) En el plano YZ c) En el plano XZ

A continuación se tiene la gráfica del momento flector, tanto en el plano YZ como en el plano XZ, como se muestra en la (figura 3.19), encontrando el valor máximo de la fuerza cortante sobre el eje en este caso 24,42 Nm y el mínimo que es de 0,0123 Nm.

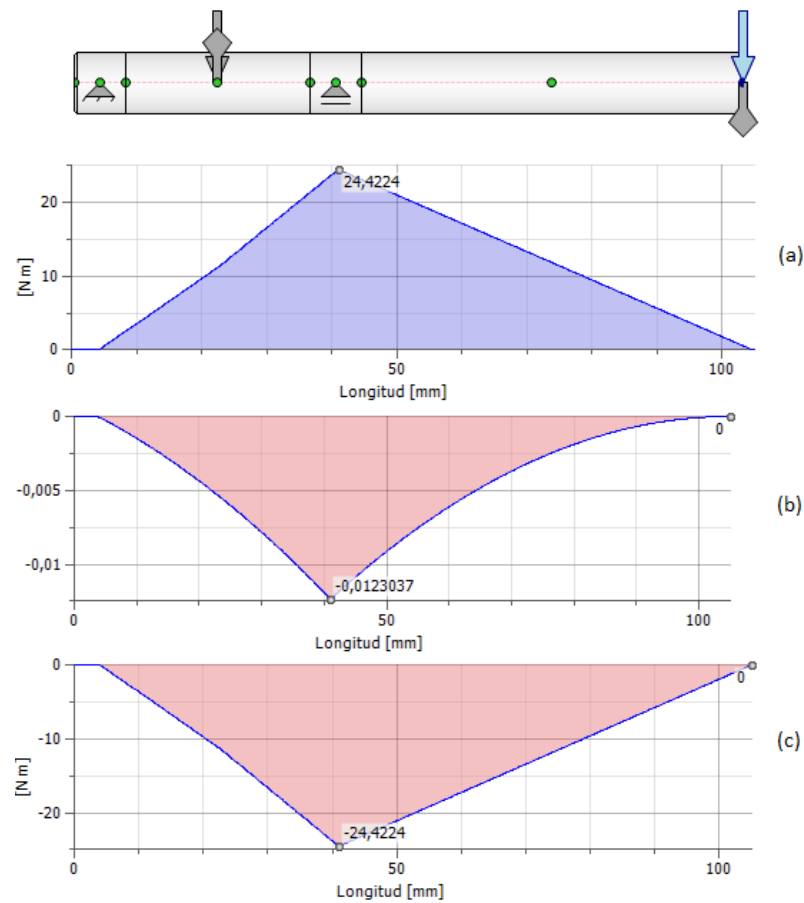


Figura 3.19: a) Diagrama de momento flector b) En el plano YZ c) En el plano XZ

Y finalmente el programa facilita un diámetro estimado del eje de 11,53212 mm como se muestra en la (figura 3.20).

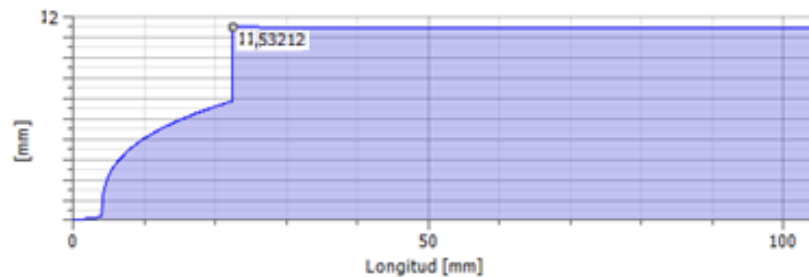


Figura 3.20: Diámetro estimado del eje

3.8 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Para la selección de rodamientos se toma cuenta algunos factores como se tiene en la ecuación 3.7, que es el factor de vida que se puede corroborar mediante una escala que se encuentra en el ANEXO VI H.

Ecuación 3.7: Factor de vida

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

Fuente: catálogo NTN

Donde:

f_n = Factor de velocidad

n = Velocidad angular

Entonces:

$$f_n = \left(\frac{33,3}{100} \right)^{1/3}$$

$$f_n = 0,69$$

Luego de esto se encuentra la vida nominal básica del rodamiento, que se puede corroborar utilizando una escala que se encuentra en el ANEXO VI H, y se calcula mediante la ecuación 3.8.

Ecuación 3.8: Vida nominal básica

$$L_{10h} = 500 (f_n)^3$$

Fuente: catálogo NTN

Donde:

f_h = Factor de vida

L_{10h} = Vida nominal básica en horas (8000 h)

Entonces:

$$L_{10h} = 500 (f_h)^3$$

$$f_h = \left(\frac{8000}{500} \right)^{1/3}$$

$$f_h = 2,51$$

Luego se procede a calcular la capacidad de carga dinámica, en este caso es netamente radial y empleado en rodamiento de bolas, y la carga dinámica equivalente es la fuerza radial obtenida en el rodamiento que es $P=R_{2x}=1178,94$ N, para esto se aplica la ecuación 3.9.

Ecuación 3.9: Capacidad básica de carga dinámica

$$C = P \frac{f_h}{f_n}$$

Fuente: catálogo NTN

Donde:

C = Capacidad básica de carga dinámica

P = Carga dinámica equivalente

Entonces:

$$C = 1178,94 \text{ N} \frac{2,51}{0,69}$$

$$C = 4,28 \text{ kN}$$

Al reemplaza el factor de vida y la vida nominal básica en la ecuación de la capacidad básica de carga dinámica, se obtiene la carga empleada para la

selección en el catálogo NTN, en este caso el valor de $C=4,28$ kN y por ende se escoge el rodamiento 6000 debido a que su factor $C=4,55$ kN que es el que más se aproxima ver tabla en ANEXO VI H.

3.9 CATARINA DE TRACCIÓN

La catarina de tracción, ver (figura 3.21), es de fundamental importancia ya que va formar parte del sistema de tracción de movimiento. Estas catarinas están fabricados en acero negro y dotado de un cementado en la parte de los dientes para mayor durabilidad y evitar en gran parte el desgaste.

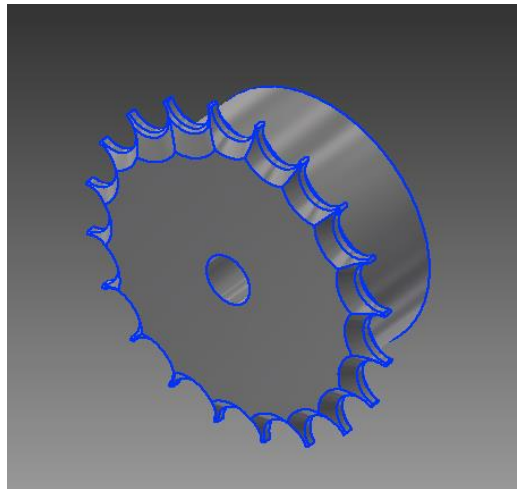


Figura 3.21: Catarina de tracción Intermec 25B20

Para encontrar el diámetro de la catarina motriz se aplica la ecuación 3.10.

Ecuación 3.10: Cálculo de la catarina motriz

$$D = \frac{V}{\pi \cdot \text{rpm}}$$

Fuente: (MOTT, 2006)

Donde:

D = Diámetro de la catarina (m)

V = Velocidad lineal de la banda (10 m/min)

rpm = Revoluciones de salida del motor reductor (100 rpm)

Entonces:

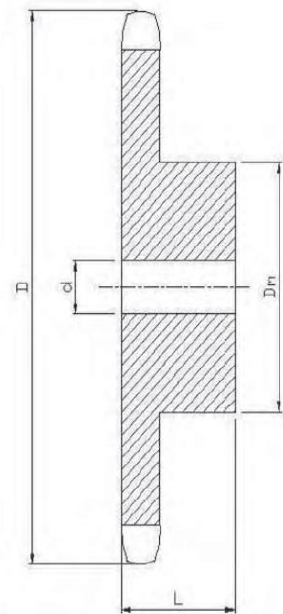
$$D = \frac{10 \text{ m/min}}{\pi(100 \text{ rpm})}$$

$$D = 0,032 \text{ m}$$

Según el catálogo de piñones de INTERMEC S.A., ver ANEXO V D, el piñón que se adapta al diseño y el más aproximado es el piñón con código 25B20, cuyas características se muestran en la tabla 3.7 sus valores se encuentran en mm.

Tabla 3.7: Características del piñón 25B20

REF	D	Dm	L	d
25B9	21,2	11	15	6,35
25B10	23,4	13	13	6,35
25B11	25,5	14	13	6,35
25B12	27,5	16	13	6,35
25B13	29,6	18	13	6,35
25B14	31,6	21	13	6,35
25B15	33,7	23	13	6,35
25B16	35,7	25	13	6,35
25B17	37,8	26	13	6,35
25B18	39,8	29	13	6,35
25B19	41,9	28	15	9,53
25B20	43,9	33	16	6,35
25B21	45,9	35	16	6,35
25B22	48,0	37	16	6,35



Fuente: Catálogo de piñones de INTERMEC S.A.

3.10 SISTEMA DE ARRASTRE DE LA FUNDA

El sistema de arrastre de la funda consta de cuatro rodillos unidos por dos correas de silicona de alta temperatura que permite el fácil desplazamiento de la funda. En este sistema existen cuatro rodillos, la función de estos es guiar la funda para que no se llegue a descarrilar en el camino y tener un buen manejo en la misma.

3.10.1 CARACTERÍSTICAS Y CÁLCULO DE LAS BANDAS DE ARRASTRE

Estas bandas de arrastre están constituidas en un 100 % en silicona de alta temperatura, en el equipo van a cumplir la principal función, de una vez ingresada la funda a los rodillos de arrastre, trasladar el empaque hasta los rodillos de bronce, para su posterior sellado, en el equipo se utilizarán 2 unidades una en la parte superior y otra inferior.

Para obtener la longitud total se realiza un esquema detallado, ver (figura 3.22), de la ubicación de las bandas, y luego se emplea la fórmula 3.11 para hallar la longitud total de la banda para su posterior manufactura.

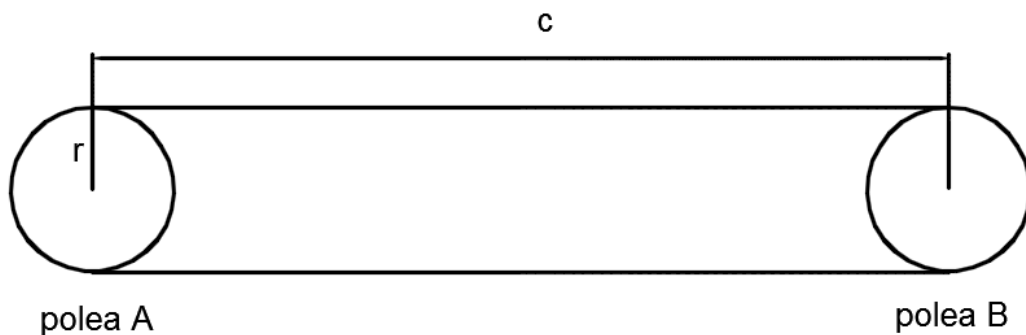


Figura 3.222: Distribución de las bandas

Ecuación 3.11: Longitud total de la banda plana

$$L_b = 2c + 2r\pi$$

Fuente: (Larburu, 2003)

Donde:

L_b = Longitud de la banda

c = Distancia entre centros de las poleas = 250 mm

r = Radio de las poleas = 24 mm

Entonces:

$$L_b = 2(250) + 2(24)\pi$$

$$L_b = 650,7 \text{ mm.}$$

Por consiguiente se tiene que manufacturar dos bandas de silicona de alta temperatura con la longitud total de 650 mm.

3.10.2 RODILLOS DE SELLADO

Para el sellado de las fundas se emplea un par de rodillos de bronce al aluminio, que están dotadas de un moleteado en el borde exterior, rodillos que se calentarán con la resistencia que irá estratégicamente colocada en el interior del rodillo cóncavo.

Para el respectivo cálculo de la resistencia se esquematiza un diagrama de conservación de la energía en el rodillo como se muestra en la (figura 3.23), en donde la $E_{ent} + E_g - E_{sal} = E_{alm}$.



Figura 3.233: Balance de energía del rodillo

La ecuación de la conservación de la energía se tiene en la ecuación 3.12, que dice:

Ecuación 3.12: Conservación de la energía

$$W_{\text{electrico}} E_{\text{ent}} = E_{\text{alm}} + E_{\text{cv}} + E_{\text{rad}}$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Donde:

E_g = Conversión de energía

E_{ent} = Energía de entrada o aplicada (W).

E_{sal} = Energía de salida

E_{alm} = Energía almacenada en el rodillo sellador (W/h).

E_{rad} = Energía perdida por radiación (W).

E_{cv} = Energía perdida por convección (W).

Antes de todo hay que tener claro el material a usar en la elaboración de los rodillos selladores; en este caso se usará el bronce al aluminio cuyas características se las muestra en la tabla 3.8.

Tabla 3.8: Propiedades del Bronce al aluminio

BRONCE AL ALUMINIO	
Densidad ρ	$7600 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$
Calor específico C_p	$0,125 \left(\frac{\text{W.h}}{\text{kg.K}} \right)$

Fuente: Ampco metal

Con ayuda de la tabla 3.8 y la (figura 3.24), se procede a encontrar el volumen, masa y área del rodillo de bronce.

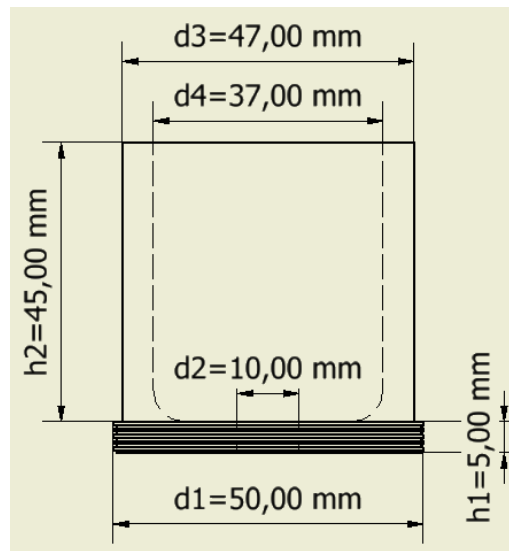


Figura 3.244: Medidas del rodillo de bronce

Para hallar el volumen se aplica la ecuación 3.13.

Ecuación 3.13: Volumen de cilindros huecos

$$V = \frac{\pi(d_1^2 - d_2^2) h_1}{4} + \frac{\pi(d_3^2 - d_4^2) h_2}{4}$$

Fuente: (Larburu, 2003)

Entonces:

$$V = \frac{\pi(0.05^2 - 0.01^2)(0.005)}{4} + \frac{\pi(0.047^2 - 0.037^2)(0.045)}{4}$$

$$V = 0,0000391 \text{ m}^3$$

Ahora con la ecuación 3.14 del volumen de un material se despeja la masa.

Ecuación 3.14: Volumen de un material

$$m = V \times \rho$$

Fuente: (Larburu, 2003)

Donde:

m= masa del cuerpo (kg)

V = volumen del cuerpo (0,0000391 m³)

ρ= Densidad del material (7600 kg/m³) ver ANEXO VI E

Entonces:

$$m = (0,0000391 \text{ m}^3) \times 7600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 0,297 \text{ kg}$$

Luego se procede a calcular la energía acumulada en el rodillo en función del tiempo

Ecuación 3.15: Energía almacenada

$$E_{alm} = m \times C \times \frac{dT}{dt}$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Donde:

m = masa del rodillo sellador (kg).

C = calor específico del bronce al aluminio (0.125 Wh/kgK), ver ANEXO VI E

$\frac{dT}{dt}$ = Variación de la temperatura en el tiempo (K/h).

Entonces:

$$E_{alm} = 0,297 \times 0,125 \times \text{incr. tiempo} \frac{dT}{dt}$$

$$E_{alm} = 0,0371 \frac{dT}{dt}$$

Para encontrar la energía que se pierde por convección se aplica la ecuación 3.16.

Ecuación 3.16: Pérdidas por convección

$$E_{cv} = h_{cv} \times A \times \Delta T$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Donde:

h_{cv} = Coeficiente de transferencia de calor por convección (Wm²/K).

A = Área rodillo (0,0169 m²).

ΔT = Variación de temperatura (K).

Teniendo en cuenta que el rodillo actúa como un cuerpo con convección libre se calcula con la ecuación 3.17, donde interviene el número de Nusselt.

Ecuación 3.17: Número Nusselt

$$N_{UL} = \frac{h \times L}{K} = C Ra_L^n$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Y el número de Número de Rayleigh se expresa según la ecuación 3.18.

Ecuación 3.18: Número de Rayleigh

$$Ra_L = Gr_L \times Pr$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Luego el número de Grashof con la ecuación 3.19.

Ecuación 3.19: Número de Grashof

$$Gr_L = \frac{g \times \beta \times (T_s - T_\infty) \times L^3}{\nu^2}$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Donde:

N_{UL} = Número de Nusselt

L = Longitud crítica (m).

K = Conductividad térmica del aire (W/m)K

Ra_L^n = Número de Rayleigh.

Gr_L = Número de Grashof.

P_r = Número de Prandtl.

g = Aceleración de la gravedad (9,81m/s²).

β = Coeficiente de dilatación lineal= 1/ T_f (1/ K)

T_s = Temperatura superficial (K)

T_{alr} = Temperatura de alrededores o temperatura ambiente (K)

Luego para determinar la temperatura de película T_f es necesario tener en cuenta que la temperatura máxima a elevarse en los rodillos es de 160 °C y la temperatura ambiente es de 18 °C entonces se procede a aplicar la ecuación 3.20.

Ecuación 3.20: Temperatura de película

$$T_f = \frac{T_s + T_{alr}}{2}$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

$$T_f = \frac{160 + 18}{2}$$

$$T_f = 89 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 89 + 273$$

$$T_f = 362 \text{ K}$$

Ahora con la temperatura de 362 K se acude a la tabla referente a las propiedades termofísicas a presión atmosférica del aire ver ANEXO V E, cuyo valor aproximado es de 400 K, reemplazando los valores de la tabla en la ecuación 3.19 se tiene:

$$Gr_L = \frac{9,81 \times \frac{1}{400} \times (160 - 18) \times (0,05)^3}{(26,41 \times 10^{-6})^2}$$

$$Gr_L = 624123,55$$

Ahora para hallar el número Prandtl se emplea la ecuación 3.21.

Ecuación 3.21: Número de Prandtl

$$g(P_r) = \frac{0,75 P_r^{1/2}}{(0,609 + 1,221 P_r^{1/2} + 1,238 P_r)^{1/4}}$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Donde:

$P_r = 0,69$ ver tabla ANEXO V E

Entonces:

$$g(P_r) = \frac{0,75 \times (0,69)^{1/2}}{(0,609 + 1,221(0,69)^{1/2} + 1,238(0,69))^{1/4}}$$

$$g(P_r) = 0,496$$

Ahora para encontrar el número de Nusselt se emplea la ecuación 3.22.

Ecuación 3.22: Número de Nusselt

$$Nu_L = \frac{4}{3} \left(\frac{Gr_L}{4} \right)^{1/4} \times g(P_r)$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

$$Nu_L = \frac{4}{3} \left(\frac{624123,55}{4} \right)^{1/4} \times 0,496$$

$$Nu_L = 7,39$$

De la ecuación 3.17 se despeja el coeficiente de transferencia de calor por convección (h) y se sustituye los valores ya encontrados:

$$h = \frac{Nu_L K}{L}$$

Donde:

$K = 33,8 \times 10^{-3} \text{ W/m.K}$, ver tabla ANEXO V E

$$h = \frac{7,39 \times 33,8 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{W}}{\text{m.K}} \right]}{0,05 \text{ m}}$$

$$h = 4,99 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

En la ecuación 3.16, que es la energía perdida por convección se reemplazan los datos obtenidos anteriormente:

$$E_{cv} = 4,99 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right] \times 0,0169 [\text{m}^2] \times (433 - 291)^\circ\text{K}$$

$$E_{cv} = 11,97 \text{ W}$$

$$E_{cv} = 0,084 \times (T_s - T_{alr}) \text{ W}$$

Para calcular las pérdidas de energía originadas por radiación se utiliza la ecuación 3.23.

Ecuación 3.23: Pérdidas por radiación

$$E_{\text{rad}} = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_s^4 - T_{\text{alr}}^4)$$

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Donde:

T_s = Temperatura de la superficie [K].

T_{alr} = Temperatura de los alrededores [K].

ε = Emisividad del recubrimiento exterior a temperatura exterior, en este caso como el bronce al aluminio esta compuesto principalmente por cobre, se tomó como referencia al mismo para dichos valores, ver la tabla 3.9.

σ = Constante de Stefan Boltzman = $5,6704 \times 10^{-8} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \right]$

A = Área efectiva de transferencia de calor (m^2).

Como la temperatura máxima de sellado es de 160 °C ó 433 K, tomando en cuenta que el cobre es el componente con mayor porcentaje en la composicion del bronce al aluminio, se tiene la tabla 3.9.

Tabla 3.9: Emisividad del cobre

COBRE	T (K)	ε
Altamente pulido	400	0,03

Fuente: (Incropera I. , 1999)

Remplazando todos estos valores en la ecuación 3.23 se tiene:

$$E_{\text{rad}} = 0,03 \times 5,6704 \times 10^{-8} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \right] \times 0,0169 \text{ m}^2 \times (433^4 - 291^4)^\circ \text{K}^4$$

$$E_{\text{rad}} = 0,8 \text{ W}$$

$$E_{\text{rad}} = 2,87 \times 10^{-11} (T_s^4 - T_{\text{alr}}^4)$$

Ahora ya se cuenta con todas las pérdidas que actúan en el proceso y obviamente en función del tiempo será de mucha ayuda ya que con esto se puede realizar un análisis de transferencia de calor tomando en cuenta la ecuación 3.12; así:

$$E_{\text{ent}} = 0,0371 \frac{dT}{dt} + 0,084 (T_s - T_{\text{alr}}) + 2,87 \times 10^{-11} (T_s^4 - T_{\text{alr}}^4)$$

Como en este caso las pérdidas obtenidas por radiación tienen un valor insignificante con respecto a las demás entonces se tiende a despreciar quedando de la siguiente manera:

$$E_{\text{ent}} = 0,0371 \frac{dT}{dt} + 0,084 (T_s - T_{\text{alr}})$$

En donde la diferencia de temperaturas es:

$$\theta = T_s - T_{\text{alr}}$$

Reemplazando

$$E_{\text{ent}} = 0,0371 \frac{d\theta}{dt} + 0,084 \theta$$

Ahora dividiendo la ecuación θ

$$\left(\frac{E_{\text{ent}}}{\theta} - 0,084 \right) dt = 0,0371 \frac{d\theta}{\theta}$$

En este punto se separa valores y luego se integra quedando:

$$\left(\frac{E_{\text{ent}}}{\theta} - 0,084 \right) t = 0,0371 \ln \frac{\theta}{\theta_i}$$

Y reemplazando $\theta_i = T_i - T_{\text{alr}}$, se tiene:

$$\left(\frac{E_{\text{ent}}}{T_s - T_{\text{alr}}} - 0,084\right)t = 0,0371 \ln \frac{T_s - T_{\text{alr}}}{T_i - T_{\text{alr}}}$$

$$t = \frac{0,0371 \ln \frac{T_s - T_{\text{alr}}}{T_i - T_{\text{alr}}}}{\left(\frac{E_{\text{ent}}}{T_s - T_{\text{alr}}} - 0,084\right)}$$

Para reemplazar valores en la anterior ecuación se toma en cuenta la temperatura máxima de trabajo $T_s = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura ambiente $T_{\text{alr}} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la diferencia inicial de temperatura entre el ambiente y el pisador de $T_i - T_{\text{alr}} = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En la tabla 3.10 se muestran los valores calculados del tiempo, para diferentes valores de la energía de entrada o suministrada por el sistema.

Tabla 3.10: Energía de suministro y tiempo de calentamiento del rodillo de sellado

E_{ent} (W)	θ (horas)	θ (minutos)
50	0,685	41,1
100	0,296	17,76
150	0,189	11,34
200	0,150	9
300	0,092	5,52
400	0,067	4,02
500	0,053	3,18

Ahora la resistencia a escoger está dentro de un rango de 150 a 200 Watts, debido a que el tiempo de calentamiento de los rodillos es totalmente aceptable y está dentro de los parámetros de diseño que es de 9 a 12 minutos.

3.10.3 DIMENSIONAMIENTO DE POLEAS MOTRICES

Son poleas manufacturadas en duraluminio, ver (figura 3.25), se escogió este material debido a su baja densidad, por ende su peso y facilidad de maquinado, dichas piezas están encargadas del sistema de tracción del movimiento de las bandas de arrastre, en la presente máquina se usarán dos piezas de similares características, sus dimensiones se puede observar en ANEXO II.

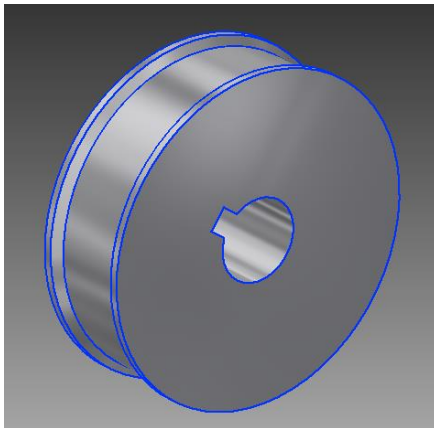


Figura 3.255: Polea motriz

3.10.4 DIMENSIONAMIENTO DE POLEAS CONDUCCIDAS

Son piezas constituidas en duraluminio, ver (figura 3.26), y se utilizarán como guías para las bandas de silicona. Se escogió este material por su baja densidad y facilidad de maquinado, en el interior de dicha pieza se da lugar a un alojamiento para los rodamientos 6000 con su respectivo seguro circlip. Sus dimensiones se puede observar en ANEXO II.

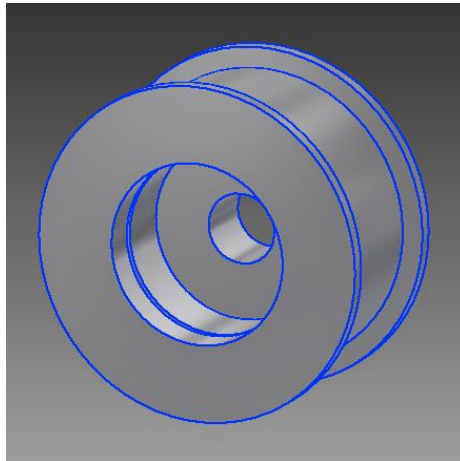


Figura 3.266: Polea conducida

3.11 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Para elaborar la estructura de la máquina hay que tener en cuenta que es la parte primordial en el diseño, por lo que se debe tener presente todos los detalles que se presenten, en la (figura 3.27), se muestra el diseño de la estructura a emplear.

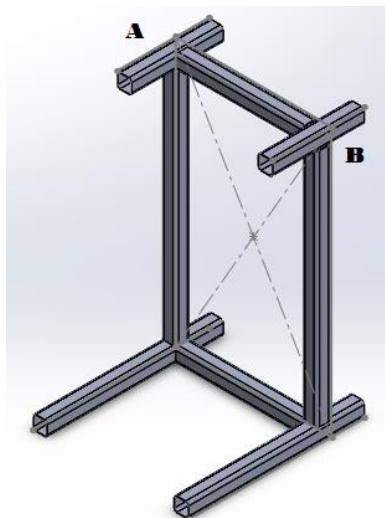


Figura 3.277: Estructura

El material que se va a emplear en el diseño actual es el acero inoxidable 304, el mismo que ofrece las garantías necesarias en cuanto la asepsia en el proceso.

La estructura es la parte primordial dentro del diseño ya que de esta depende que el equipo no colapse, para realizar los cálculos hay que elaborar una tabla, como la tabla 3.11, en la que se detalla el peso de cada elemento de la máquina, que servirá más adelante para determinar las cargas que va a soportar la estructura.

Tabla 3.11: Masa de los componentes de la máquina

DESCRIPCIÓN	CANT.	MASA (kg.)	TOTAL (kg.)
MOTOR - REDUCTOR			
Motor	1	1,2	1,2
Reductor 1:20	1	0,8	0,8
MECANISMO DE SELLADO			
Piñones 25B20	6	0,11	0,66
Cadena ANSI 25	1	0,2	0,2
Rodillos selladores de bronce D50 mm	2	0,35	0,7
Poleas aluminio motrices D48 mm	2	0,037	0,074
Poleas aluminio conducidas D48 mm	2	0,069	0,138
Chapas de acero inoxidable 304L 440x45x11 mm	2	2,33	4,66
Barras en acero inoxidable 304L 270x10 mm	2	0,17	0,34
Bandas en silicona de alta temperatura Ddx19mm	2	0,024	0,048
Resorte D2x45x15 mm	2	0,015	0,03
Ruedas de aluminio reencauchadas de arrastre D50mm	2	0,095	0,19

Ejes en acero inoxidable 304L 105x10 mm	8	0,066	0,528
Rodamientos NTN 6001	20	0,02	0,4
Carcasa en acero inoxidable 304L 480x250x270 mm	1	6,32	6,32
BANDA TRANSPORTADORA			
Bandeja para banda transportadora en acero inoxidable 304L 700x220x70 mm	1	3,04	3,04
Piñones 25B20	2	0,11	0,22
Poleas en duralòn D46x200 mm	2	0,35	0,7
Banda en pvc Ddx190 mm	1	0,706	0,706
Alojamientos en aluminio D48d12x20 mm	4	0,092	0,368
Ejes en acero inoxidable 304L 250x10 mm	2	0,157	0,314
Eje en acero inoxidable 304L 400x10 mm	1	0,251	0,251
Rodamientos NTN 6001	5	0.02	0,1
TOTAL			21.987

Se tiene una masa total de 21,987 kg, entonces el peso a soportar es de 215,69 N.

Se va a realizar un análisis en la sección A-B, ver (figura 3.27), Obteniendo un análisis de carga en MD Solids como se tiene en la (figura 3.28), ingresando la fuerza ejercida por el peso de los componentes de 215,69 N.

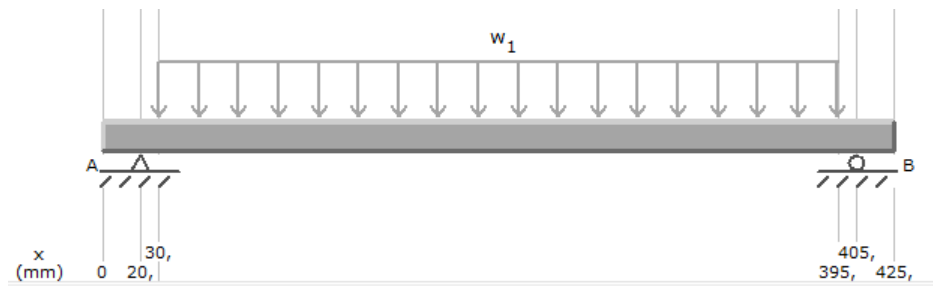


Figura 3.288: Análisis de la viga en MD Solids

Luego al analizar la (figura 3.28), hay que obtener los diagramas de cortes y momento máximo para la viga obteniendo los diagramas representados en la (figura 3.29).

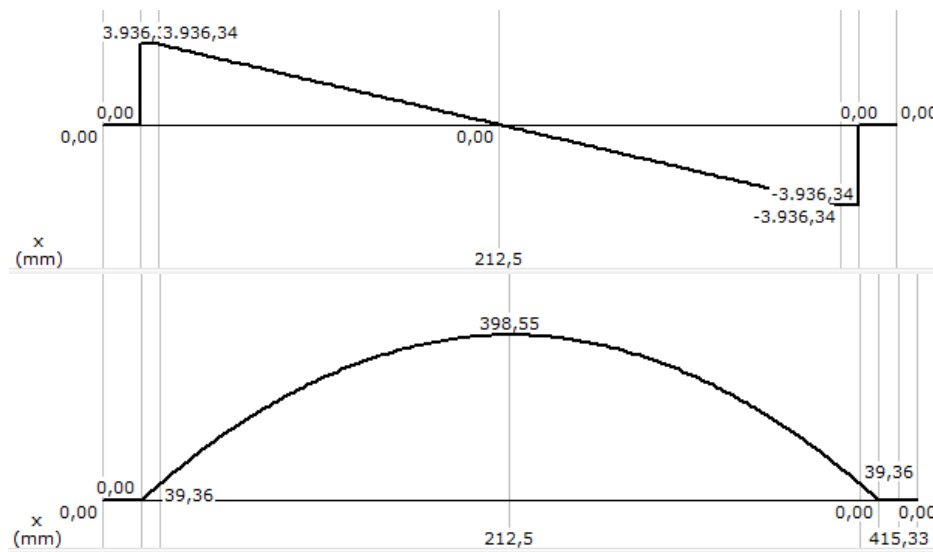


Figura 3.29: Diagrama de cortes y momentos

3.11.1 MÓDULO DE SECCION PAR LA VIGA

Ecuación 3.24: Factor de seguridad

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_d}$$

Fuente: (MOTT, 2006)

Donde:

FS= Factor de seguridad

S_y = Resistencia a la fluencia del material

σ_d = Esfuerzo de diseño

Ecuación 3.255: Módulo de sección

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{S}$$

Fuente: (MOTT, 2006)

Donde:

S= Módulo de sección

M_{\max} = Momento máximo

σ_d = Esfuerzo de diseño

Ahora mediante la ecuación 3.24 se puede determinar el esfuerzo de diseño, asumiendo un factor de seguridad FS= 2 el mismo que se utiliza en diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en los datos previos de diseño. (MOTT, 2006).

$$2 = \frac{310 \text{ MPa}}{\sigma_d}$$

$$\sigma_d = 155 \text{ MPa}$$

Reemplazando este valor en la ecuación 3.25, teniendo:

$$M_{\max} = 398,55 \text{ N.m ó } 398554,68 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_d = 155 \text{ MPa} \text{ ó } 155 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$155 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \frac{398554,68 \text{ N.mm}}{S}$$

$$S = \frac{398554,68 \text{ N.mm}}{155 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$S = 2571,32 \text{ mm}^3 \text{ ó } 2.57 \text{ cm}^3$$

3.11.2 SELECCIÓN DEL TUBO CUADRADO

Para seleccionar el tubo adecuado es de gran importancia el módulo de sección en el eje X – X que es de $S = 2,57 \text{ cm}^3$, el mismo que se aproxima al de la tabla de la ficha técnica del tubo cuadrado en acero inoxidable ubicado en el ANEXO VI G que es de $2,74 \text{ cm}^3$, entonces el tubo a utilizar es el tubo cuadrado de 1 ½ pulg. Con un grosor de 1,5 mm.

3.12 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA EN SOLID WORKS

Para el diseño se ha escogido el programa Solid Works, aquí se ingresan los parámetros, como el peso máximo como distribuido de 215,69 N en la viga superior de la estructura que se detalla con flechas de color violeta como se muestra en la (figura 3.30).

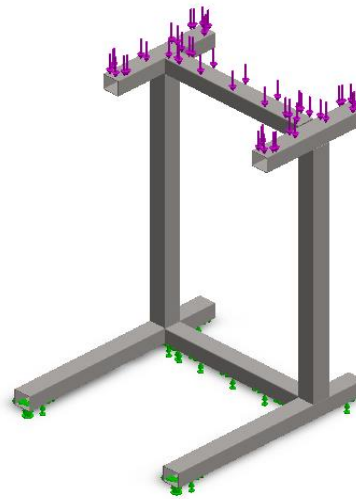


Figura 3.290: Distribución de fuerzas en la estructura

En el análisis se obtiene el esfuerzo de Von Mises con un valor de 10,63 Mpa como se observa en la (figura 3.31).

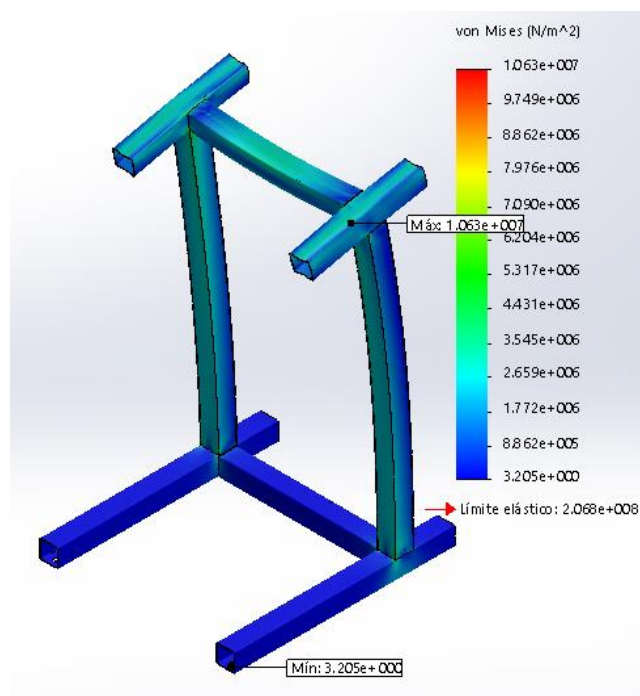


Figura 3.301: Esfuerzo máximo de Von Mises

Es decir:

$$\sigma \leq S_y$$

Donde:

σ = Esfuerzo de Von Mises

S_y = Es la resistencia a la fluencia del material

$$10,63 \text{ MPa} \leq 310 \text{ MPa}$$

Se puede concluir que el esfuerzo de Von Mises es menor que la resistencia a la fluencia del material, por lo que garantiza que el sistema no va a colapsar y esta bien dimensionado.

3.12.1 FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA

Para la estructura se utiliza acero inoxidable 304, con las características de:

$$S_y = 310 \text{ MPa} \quad Y \quad S_{ut} = 620 \text{ MPa}$$

Con lo anteriormente detallado, se procede a encontrar el FDS en la estructura; para esto se acude a la ecuación 3.24.

Ecuación 3.264: Factor de seguridad

$$\sigma = \frac{S_y}{n}$$

Fuente: (BUDYNAS, 2008)

Donde:

n = Factor de Seguridad

S_y = Resistencia a la fluencia del material

σ = Esfuerzo de Von Mises

Entonces:

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{310 \text{ MPa}}{10,63 \text{ MPa}}$$

$$n = 29,16$$

Ahora el FDS mínimo obtenido en el software es de 32,15, ver (figura 3.32), entonces con esto se determina que el FDS optimo puede tomar rangos de 29,16 a 32,215 según datos obtenidos manualmente y en el programa, por lo que se puede definir que el sistema estructural esta bien definido y soportará sin problemas las cargas establecidas.

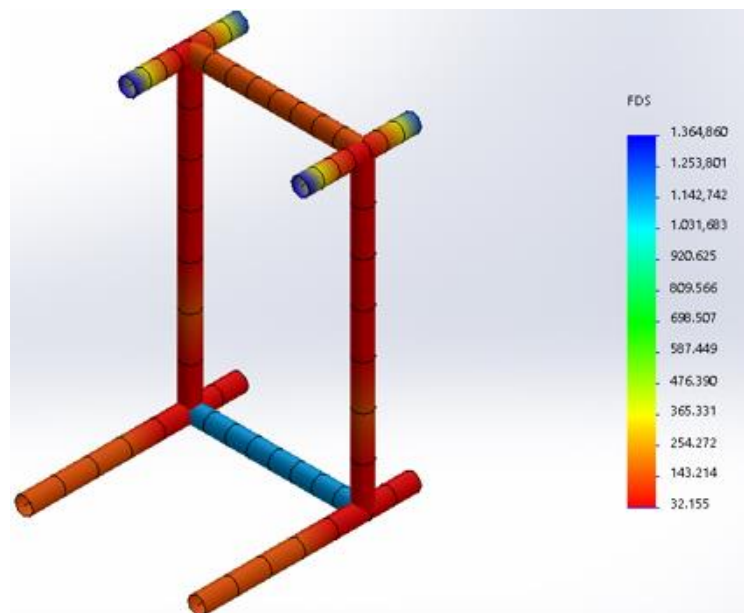


Figura 3.312: Factor de seguridad en la estructura

CAPÍTULO IV

4 DISEÑO ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE LA SELLADORA EN LÍNEA

4.1 SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la selección de los actuadores se consideró algunos aspectos importantes como son las funciones que realizan, y el tiempo de respuesta de los mismos.

4.2 MOTOR

Para la elección del motor se tiene dos opciones como alternativa, una es el motor de corriente continua y otra de corriente alterna trifásica, optando por el motor de corriente continua debido a las prestaciones que brinda el mismo como se detalla en la tabla 4.1.

Tabla 4.1: Características de los motores

CARATERÍSTICAS	MOTOR DC	MOTOR AC
Necesita variador de frecuencia para control de velocidad.	No	Si
Suficiente torque necesario.	Si	Si
Tamaño	Pequeño	Grande
Costos	Bajo	Alto

Como ya se había calculado la potencia del motor es de 1/16 hp a 2000 rpm con una caja reductora de 20:1, (ver figura 4.1), ahora queda por definir nada más la configuración del motor en este caso como es de alimentación a 110 Vac, como no se va a utilizar un variador de frecuencia, se debe de tener en cuenta que la variación de velocidad se realizará mediante un ajustador de velocidad netamente para un motor de corriente continua. Entonces de la gama de motores que se presentan en el mercado se ha optado por un motor con las características presentadas en la tabla 4.2.



Figura 4.1: Motor reductor CC Wanyi Z90

Tabla 4.2: Características del motor

CARACTERÍSTICA	VALOR
MARCA:	Wanyi
TIPO:	CC
MODELO:	Z90
POTENCIA:	1/16 hp
RPM	2000
VOLTAJE:	110 V AC
AMPERAJE:	0.6 A

Fuente: Catálogo de motores Wanyi

4.3 RESISTENCIAS CALEFACTORAS

Para el calentamiento de los rodillos de sellado se emplea dos resistencias de 150 W, ver (figura 4.2), las mismas que se las mando a manufacturar, debido a que no existían las medidas necesarias en el mercado. Estas resistencias van colocadas estratégicamente en el interior de los rodillos empleando el calentamiento por conducción, las características de la resistencia se las puede apreciar en la tabla 4.3.



Figura 4.2: Resistencia calefactora

Tabla 4.3: característica de la resistencia

PARÁMETRO	VALOR
Tensión nominal de carga	110 V AC
Corriente de carga	1.8 A
Potencia	200 W
Tipo	abrazadera

Fuente: Catálogo de resistencias el ohm

4.4 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

Para el acople entre la etapa de control con la de potencia se empleó un relé de estado sólido, ver (figura 4.3), o SSR por sus siglas en inglés (Solid State Relays), este es un dispositivo muy robusto y confiable, cuya función principal es que permite soportar la carga de potencia en este caso la carga de las resistencias calefactoras, con el fin de que si existiese una sobrecarga no repercuta en los dispositivos de control y por ende resultaría más coherente reemplazar un relé a que cambiar el controlador de temperatura, las características del dispositivo se muestran en la tabla 4.4.



Figura 4.3: Relé de estado sólido

Tabla 4.4: Características del relé de estado sólido OMRON G3NA-220B

PARÁMETRO	VALOR
Tensión nominal de carga	24 a 240 Vac
Corriente de carga	0.1 a 20 A
Numero de polos	2
Voltaje de accionamiento	5 a 24 Vcc

Fuente: (OMRON, 2014)

4.5 CONTROLADOR DE TEMPERATURA

Para la elección del controlador se elabora una tabla de características, ver tabla 4.5, para compararlo con otros controladores existentes en el mercado, y así ver sus prestaciones.

Tabla 4.5: Características de los controladores

CARATERÍSTICAS	CONTROLADOR WATLOW	CONTROLADOR AUTONICS
Controlador con alimentación multirango.	Si	No
Configuración de Set Point remoto.	Si	No
Control PID	Si	Si
Amplia gama de compatibilidad de sensores.	Si	Si
Dificultad de programación	Bajo	Alto
Tamaño	Pequeño	Grande
Costos	Bajo	Alto

Para el desarrollo del presente proyecto, en cuanto al control de temperatura se usará un controlador Watlow de la serie 935A-1CC0-000R, ver (figura 4.4), es un controlador de temperatura con temporizador de conteo regresivo para aplicaciones industriales, comerciales o científicas. Se puede montar en un panel

de 1/32 DIN, tiene indicación digital y entrada individual de sensor de temperatura para un termopar o RTD, y doble salida de control. Las salidas pueden operar en combinaciones de calor o frío, y alarma o temporizador. (WATLOW, 2014)



Figura 4.4 : Controlador de temperatura Watlow 935A-1CC0-000R

Fuente: Manual de usuario del controlador de temperatura Series 935^a

Se puede observar a continuación en la (figura 4.5), las características del controlador:

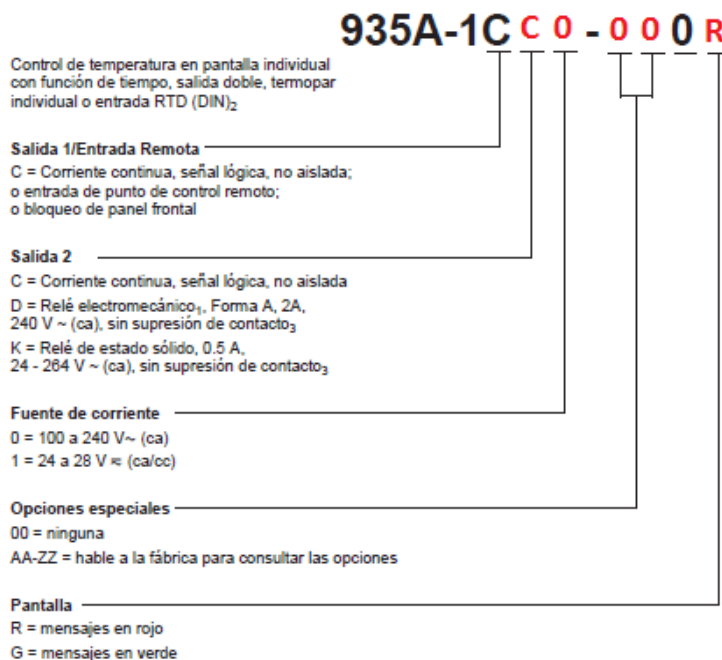


Figura 4.5 : Características del pirómetro Watlow 935A

Fuente: (WATLOW, 2014)

Cuyas características son:

- El control 935 es un controlador de temperatura con temporizador de cuenta atrás para el sector industrial, comercial o aplicaciones científicas.
- De fácil montaje en panel, indicación digital, entrada solo sensor de temperatura de un termopar o RTD, y salidas de control dual.
- Salidas pueden funcionar en combinaciones de calor o frío, de alarma o temporizador.
- Conexión multi-rango de alimentación 110-220Vac.

4.5.1 PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN

Dentro de los parámetros a ingresar en el controlador están los siguientes colocados a la derecha de la (figura 4.6 y figura 4.7).

Menú de operaciones	p. 9			Seleccione un valor, ajustable entre punto bajo del rango del tipo de entrada y punto alto del rango del tipo de entrada	
	p. 34			Escoja YES para hacer autoajuste del control 935	
	p. 26			Seleccione un valor, ajustable entre el punto bajo del rango y el punto alto de alarma	
	p. 26			Seleccione un valor, ajustable entre punto bajo de alarma y punto alto del rango	
	p. 30			Seleccione un valor de tiempo de conteo regresivo, ajustable entre 00:00 y 99:59 hr:min o min:seg	
	p. 12			Escoja un punto de control en vacío. Trac es un punto de control en vacío igual al punto de control primario, o seleccione un valor entre el punto bajo del rango del tipo de entrada y el punto alto del rango del tipo de entrada	
	p. 12			Escoja un punto de control local o remoto	
	p. 14			→ Al menú de PID Escoja YES para pasar al menú de PID	
PID Menu	p. 18			→ Al menú de configuración Escoja YES para pasar al menú de configuración	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (0°F a 999°F ó 0°C a 555°C) o en décimos de grados (0.0°F a 999.0°F ó 0.0°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (0°F a 999°F ó 0°C a 555°C) o en décimos de grados (0.0°F a 999.0°F ó 0.0°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (1°F a 999°F ó 1°C a 555°C) o en décimos de grados (0.1°F a 999.0°F ó 0.1°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (0°F a 999°F ó 0°C a 555°C) o en décimos de grados (0.0°F a 999.0°F ó 0.0°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (0°F a 999°F ó 0°C a 555°C) o en décimos de grados (0.0°F a 999.0°F ó 0.0°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (0°F a 999°F ó 0°C a 555°C) o en décimos de grados (0.0°F a 999.0°F ó 0.0°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor en grados enteros (1°F a 999°F ó 1°C a 555°C) o en décimos de grados (0.1°F a 999.0°F ó 0.1°C a 555.0°C)	
	p. 14			Seleccione un valor, ajustable entre 0.00 y 99.99 minutos / con repetición	
	p. 14			Seleccione un valor, ajustable entre 0.00 y 9.99 minutos	
	p. 14			Seleccione un valor, ajustable entre -999° y 9,999°F ó C ó -99.9° y 999.9°F ó C para eliminar una diferencia entre la temperatura mostrada y la temperatura actual	

Figura 4.6: Parámetros de ingreso al pirómetro (hoja 1)

FuClave de color funcional para relaciones y dependencias									
	Pantalla	Configuración primaria	Calor	Friol	Tiempo	Alarma	Punto de control remoto	Bloqueo	
p. 23	In	J t/c	K t/c	T t/c	N t/c	E t/c	S t/c	1.0° RTD	0.1° RTD
Tipo de entrada									
p. 22	C-F	Escoja para indicar temperatura en °F o °C							
Celsius/Fahrenheit									
p. 22	rL	Seleccione un valor, entre el punto bajo del rango del tipo de entrada y el punto alto del rango de entrada							
Punto bajo del rango									
p. 22	rh	Seleccione un valor, entre el punto alto del rango de entrada y el punto bajo del rango de entrada							
Punto alto del rango									
p. 22	0t1	hERt	COOL	ALPn	rSP	FPL	nonE	nonE	
Función de salida 1									
p. 22	0t2	hERt	COOL	ALPn	hPn	hPnS	nonE	hERt	
Función de salida 2									
p. 22	d1SP	Rc	RcSP	Rct	hRc	hSP	Rc		
Pantalla normal									
p. 26	ALty	Escoja un tipo de alarma: proceso normalmente cerrado, proceso normalmente abierto, desviación normalmente cerrada o desviación normalmente abierta							
Tipo de alarma									
p. 26	hYS	1	999	555	0.1	9990	0.1	5550	5
Histéresis de alarma									
p. 26	LAt	no	YES	no					
Bloqueo de alarma									
p. 26	SIL	no	YES	YES					
Silenciar alarma									
p. 38	FAIL	bPLS	-100	100	nonE				
Modo de falla de entrada									
p. 30	t1Pn	dLon	dLoF	S9on	S9oF	nonE			
Función de salida de temporizador									
p. 30	StEt	1Pn	rdy	rdyA	Ptdr	nonE			
Función de inicio de temporizador									
p. 30	rdy	0	999	0	555	0.0	9990	0.0	5550
Banda habilitada de temporizador									
p. 30	St	1	9959	05:00					
Tiempo de señal									
p. 20	SLOC	no							
Bloqueo de punto de control									
p. 20	tAg	PCOR	PCO	PC A	PC	P OR	P O	P A	P
Fijación de bloqueo									

Escoja los menús o funciones que no desea que aparezcan, y por consiguiente no puedan ser cambiados. P = menú de PID, C = menú de configuración (excepto fijación de bloqueo), O = menú de operaciones (excepto en **EnFS**), A = autoajuste

Figura 4.7: Parámetros de ingreso al pirómetro (hoja 2)

4.5.2 SENSOR DE TEMPERATURA

Para la selección del sensor de temperatura es necesario realizar una tabla de características de los sensores como se muestra en la tabla 4.6.

Tabla 4.6: Características de sensores

CARATERÍSTICAS	TERMOCUPLA	PT100
Compatibilidad con el controlador.	Si	Si
Fácil linealización del sensor.	Si	No
Acople roscado necesario en la punta.	Si	No
Recubrimiento en acero inoxidable en la punta.	Si	No
Costos	Bajo	Alto

En este caso se emplea una termocupla tipo J ver figura 4.8, que no es más que dos alambres de distinto material unidos en uno de los extremos y el otro se lo conecta al pirómetro, al momento de aplicar calor en la punta unida se produce un diferencial de voltaje, en la orden de los mili voltios el mismo que varía proporcionalmente con la temperatura. La termocupla tipo j que es totalmente compatible con el pirómetro Watlow, y permite lecturas de 0 a 750 °C. A continuación sus características ver (tabla 4.7).



Figura 4.8: Termocupla tipo J

Tabla 4.7: Características de la termocupla Termokew tipo J

PARÁMETRO	VALOR
Material	Hierro -constantán
Rango de temperatura	0 - 760 °C
Tolerancia	$\pm 2.2 - 0.75\%$
Recubrimiento	Inoxidable 304
Diámetro	3/16 in

Fuente: (TERMOKEW, 2014)

4.6 CONTROL Y AJUSTE DE VELOCIDAD

Para el control de la velocidad de la máquina se ha elegido un controlador netamente adaptable para un motor de corriente continua ver figura 4.9, basado

en un circuito por triacs el cual consiste en la variación del voltaje y a su vez la velocidad proporcional a este.

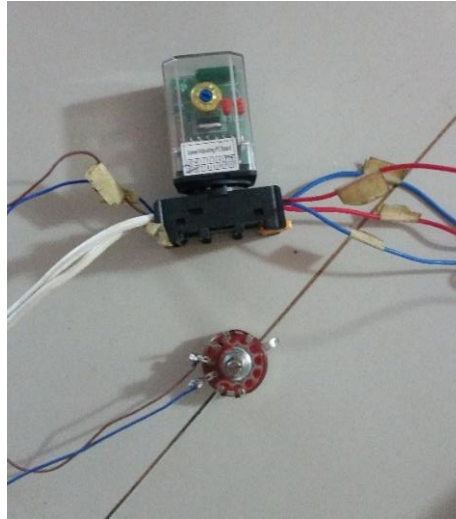


Figura 4.9: Variador de velocidad

CAPÍTULO V

5 MONTAJE Y PUESTA A PRUEBA DE LA SELLADORA

5.1 MONTAJE DEL EQUIPO

Para el montaje del equipo hay que apoyarse en cursogramas, en los cuales se detalla el proceso de manufactura y montaje de la máquina, para esto es necesario tener presente las herramientas, ver tabla 5.1, máquinas, ver tabla 5.2, instrumentos, ver tabla 5.3, operaciones, ver tabla 5.4, a utilizar y obtener una distribución del factor tiempo.

Tabla 5.1: Herramientas

DESIGNACIÓN	HERRAMIENTAS
H	Sierra de corte
	Machuelos
	Brocas
	Limas
	Gratas
	Prensas
	Escuadras

Tabla 5.2: Máquinas y Equipos

DESIGNACIÓN	MÁQUINA HERRAMIENTA
M1	Torno
M2	Fresa
M3	Taladro de pedestal
M4	Esmeril
M5	Amoladora
E1	Suelda
E2	Equipo de pintar

Tabla 5.3: Instrumentos de medición y verificación

DESIGNACIÓN	INSTRUMENTOS
I	Calibrador pie de rey
	Escuadra a 90° y 45°
	Regla
	Nivel
	Metro
	Micrómetro

Tabla 5.4: Operaciones tecnológicas

Nº	OPERACIÓN
1	Trazar y cortar
2	Esmerilar o amolar
3	Soldar
4	Doblar
5	Taladrar
6	Tornear
7	Roscar
8	Fresar
9	Rectificar
10	Lijar
11	Fundir

Para la simbología a usarse en los cursogramas se detallan, ver tabla 5.5, donde se riga en base a un proceso lógico, detallando el tiempo empleado para la elaboración de las diferentes partes de la máquina como lo son:

- Sistema de arrastre y sellado.
- Sistema de transporte (banda transportadora).
- Sistema de estructura y carcasa.

Tabla 5.5: Simbología usada en los cursogramas

SÍMBOLO	INTERPRETACIÓN
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN
	TRASLADO
F	FIN DE PROCESO

En las (figuras 5.1 a la 5.3), se dan paso a los cursogramas, en los cuales en el interior de la simbología se encuentra el número que corresponde a las operaciones tecnológicas empleadas y en un costado se ubica la fracción de tiempo empleado en horas.

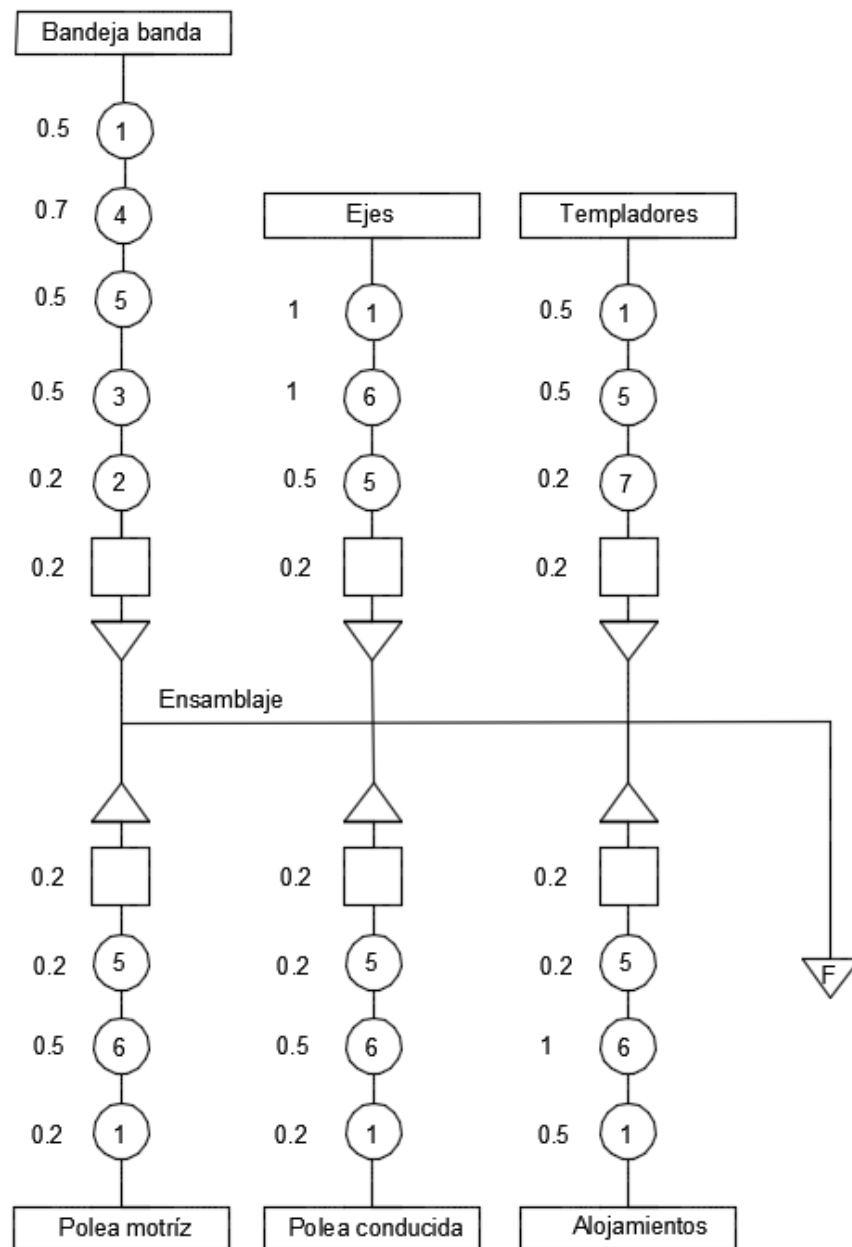


Figura 5.2: Cursograma del sistema de transporte (banda transportadora)

Tiempo total empleado: 10,8 horas

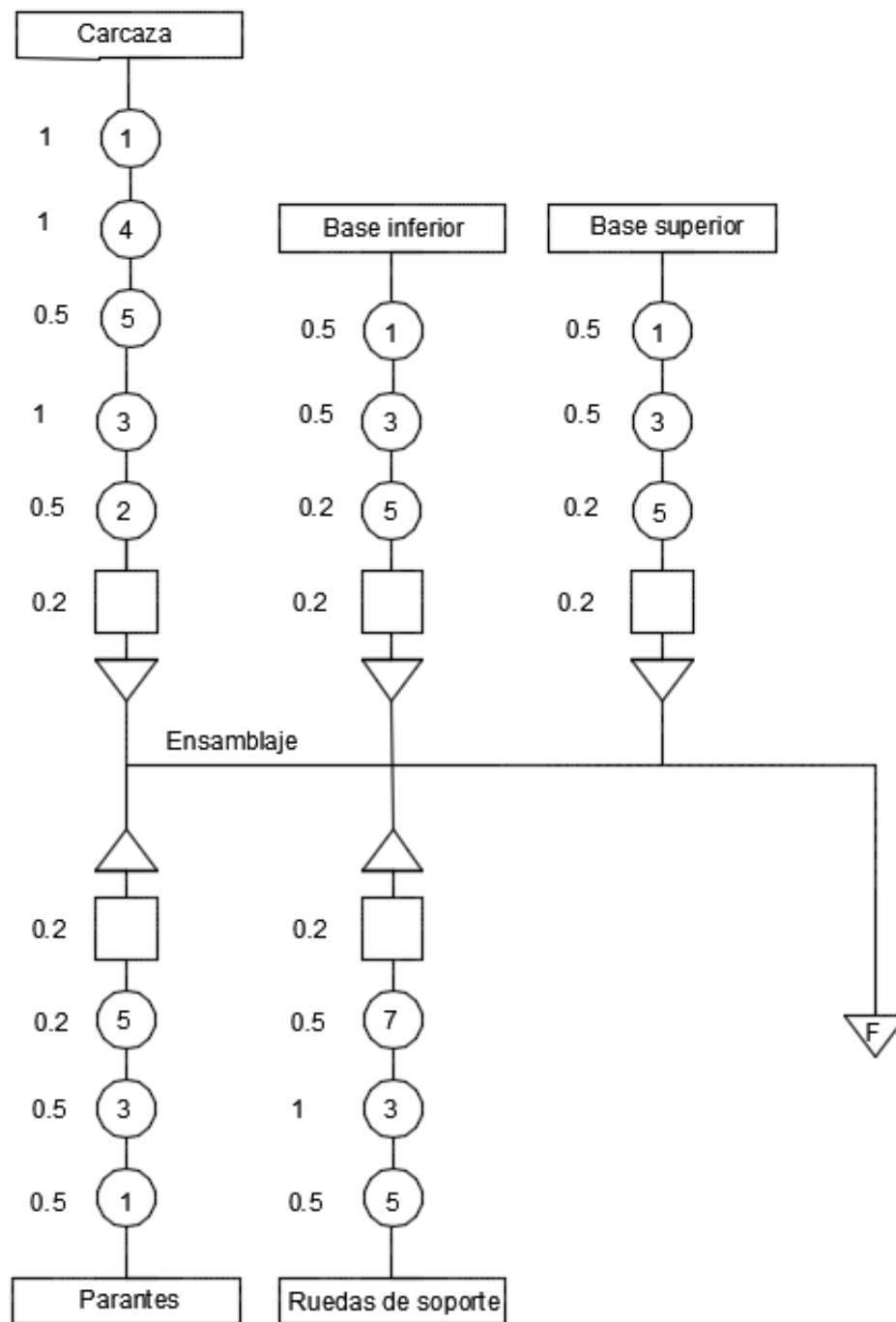


Figura 5.3: Cursograma del sistema de estructura y carcasa

Tiempo total empleado: 10,6 horas

5.2 CALIBRACIÓN

Para el correcto funcionamiento de la máquina es necesario realizar ciertos ajustes y regulaciones según la característica de las fundas, para esto hay que regirse en la ficha técnica de las fundas, ver ANEXO VI A, entonces la temperatura de fusión de las fundas es de 140 °C a 160 °C, para esto hay que programar al pirómetro a 150 °C con una ventana de histéresis de ± 5 °C, para proceder a realizar un diagrama de respuesta de calentamiento de las resistencias como también de su estabilización, esto se aprecia en la (figura 5.4), según datos obtenidos en la práctica.

En la figura 5.4 se puede observar que la temperatura máxima a la que llegan los rodillos es de 160 °C, posteriormente la temperatura se llega a estabilizar dentro de la ventana de histéresis.

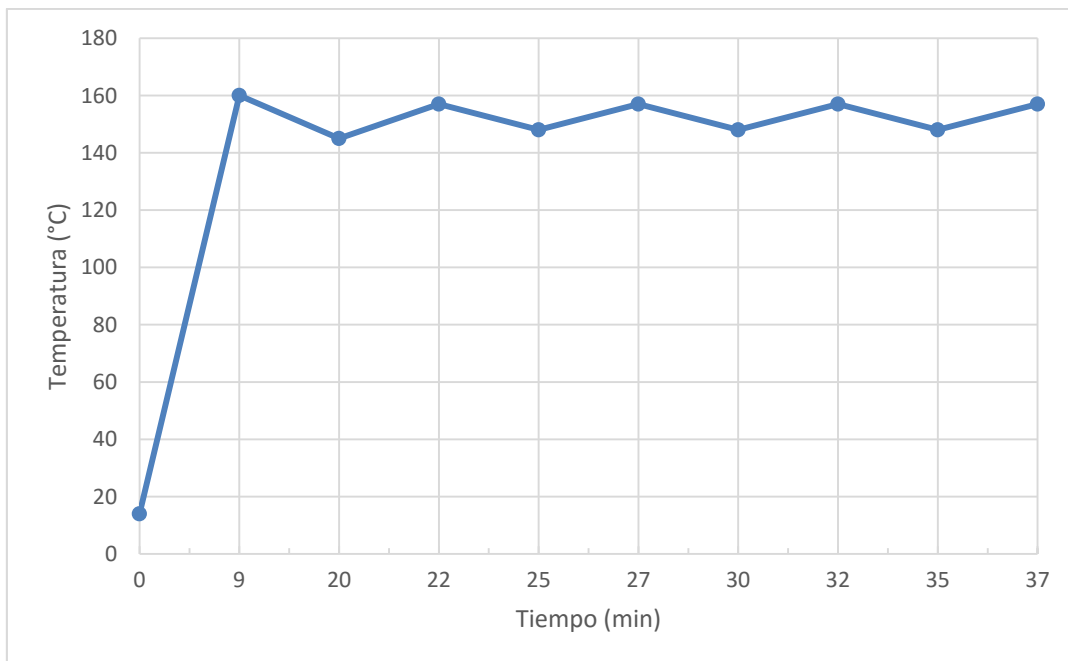


Figura 5.4: Temperatura Vs Tiempo

5.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para las pruebas de funcionamiento hay que tener en cuenta algunos aspectos antes de poner a prueba el equipo, los mismos que deben ser rigurosamente revisados in situ para evitar daños e inclusive accidentes laborales.

Para el protocolo de ensayos y pruebas se debe guiarse en este documento de soporte que servirá como constancia de la pruebas de arranque de la máquina e ir calibrando la misma, este documento consta de dos hojas en las cuales se anotará lo requerido.

Tabla 5.6: Formato de hoja para pruebas de la máquina (hoja 1)

ENSAYOS Y PRUEBAS**Máquina selladora térmica en línea de fundas cierra fácil****EMPRESA:** TERRAFERTIL S.A.**FECHA:** 20/06/2015**NOMBRE DEL VERIFICADOR:** Danny Sanmartín B.**NUMERO DE HOJA:** 1

PRUEBAS A REALIZARSE	CUMPLE	NO CUMPLE
----------------------	--------	-----------

Verificación del montaje		
1	Verificar dimensiones	X
2	Ubicación correcta de elementos	X
3	Lubricación de elementos móviles	X
4	Verificar montaje de rodillos y poleas	X
5	Comprobar montaje del motor	X
6	Montaje de bandas y cadenas	X

Verificación de alineación y paralelismo		
7	Comprobar que los elementos esten alineados	X
8	Verificar paralelismo entre ejes	X

Pruebas de temperatura		
9	Verificar temperatura de sellado	X
10	Verificar comportamiento de termocupla	X

NOTAS

.....

.....

.....

.....

Tabla 5.7: Formato de hoja para pruebas de la máquina (hoja 2)

ENSAYOS Y PRUEBAS**Máquina selladora térmica en línea de fundas cierra fácil****EMPRESA:** TERRAFERTIL S.A.**FECHA:** 20/06/2015**NOMBRE DEL VERIFICADOR:** Danny Sanmartín B.**NUMERO DE HOJA:** 2

PRUEBAS A REALIZARSE	CUMPLE	NO CUMPLE
----------------------	--------	-----------

Cantidad de sellos por minuto (vacías)			
11	25 a 30 sellos por minuto	funda (350 gr)	X
12	30 a 35 sellos por minuto	funda (350 gr)	X
13	35 a 40 sellos por minuto	funda (350 gr)	X
14	mayor a 40 sellos por minuto	funda (350 gr)	X

Cantidad de sellos por minuto (llenas)			
15	25 a 30 sellos por minuto	funda (350 gr)	X
16	30 a 35 sellos por minuto	funda (350 gr)	X
17	35 a 40 sellos por minuto	funda (350 gr)	X
18	mayor a 40 sellos por minuto	funda (350 gr)	X

Contextura de sellado		
19	Estética de sellado	X
20	Hermeticidad del envase	X

NOTAS

.....

.....

.....

.....

.....

5.4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos son satisfactorios, logrando suplir con la gran demanda de productos, teniendo una eficiencia efectiva de sellado de 35 fundas por minuto, cumpliendo así con algunos parámetros; como lo son la estética de sellado, hermeticidad del envase, y obviamente optimización de tiempo empleado.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se cumple con el principal objetivo del proyecto que es el diseño y construcción del equipo, logrando cumplir las expectativas y los parámetros inicialmente planteados.
- Con la implementación de la selladora térmica en línea se elevó la eficiencia del proceso en un 40%, y a su vez se incrementó la tasa producción en un 75% en la empresa.
- Se debe tener en cuenta antes de ejecutar la marcha del proyecto, realizar un estudio previo de las variables de temperatura y velocidad de sellado de los empaques a sellar, ya que estas variables se constituyen en un pilar esencial en el diseño.
- El acero inoxidable 304 empleado es un excelente material ya que es capaz de resistir los esfuerzos a los que será sometida la máquina, como además sus propiedades que lo constituyen en un material aséptico e idóneo para trabajar con alimentos.
- Si bien es cierto la selladora continua está diseñada para sellar fundas con cierra fácil de calibre 94 μ , se la puede adaptar para su trabajo en cualquier otro tipo de funda de menor o mayor calibre.
- En la rama de diseño se debe contar con las herramientas necesarias para poder hacer un prototipo que a su vez ofrezca las garantías pertinentes, en este caso se ha optado por dos software de diseño asistido por computador como lo son Autodesk Inventor y Solid Works que resultaron ser de gran ayuda para la ejecución y validación de cada una de las piezas, simulaciones y corroboración de medidas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Tener presente al momento de realizar un previo diseño, que los materiales y repuestos que se necesitan para la manufactura del equipo se puedan conseguir fácilmente en el mercado industrial, y así evitar que las dimensiones asignadas o calculadas a cada elemento sean inconsistentes con el material disponible.
- Procurar que los materiales a usarse en la manufactura de la máquina se rijan en base a las normativas alimenticias estandarizadas y aceptadas a nivel internacional, para evitar la posible contaminación del producto y garantizar la seguridad y asepsia del proceso.
- Para ejecutar un proyecto de implementación de una máquina en la industria, es necesario realizar un previo análisis económico, en donde se dará cuenta prematuramente si es o no viable efectuar dicho proyecto, tanto para el diseñador como para la empresa.
- Para convalidar los datos de diseño es necesario apoyarse en un software de diseño y modelado, tanto para simulaciones como para generación de planos de manufactura.
- Realizar los trabajos de mantenimiento siguiendo una a una las actividades propuestas en el plan de mantenimiento, para prevenir daños prematuros en la máquina y mantener una vida útil mayor.

BIBLIOGRAFÍA

- Adhesivos, L. (17 de Septiembre de 2014). *La web de los Adhesivos*. Obtenido de <http://www.losadhesivos.com/definicion-de-polimero.html>
- ASKELAND, D. R. (2004). *Ciencia e Ingeniería de lo Materiales* (4ta. ed.). México: Editorial Thomson.
- Basantes, E. (18 de Septiembre de 2014). *El empaque conversion*. Obtenido de [//www.elempaque.com/temas/Mas-potencia-con-el-sellado-por-induccion-de-la-Super-Seal-Touch+4094062](http://www.elempaque.com/temas/Mas-potencia-con-el-sellado-por-induccion-de-la-Super-Seal-Touch+4094062)
- Bedoya, I. (2007). *Diseño y contruccion de una máquina semiautomática selladora de fundas plásticas con una capacidad de treinta sellos por minuto*. Previo a la obtencion de título de ingeniero en mecánico, EPN. Quito.
- Budinas R., N. J. (2008). *Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- BUDYNAS, R. (2008). *Diseño e ingeniería mecánica de Shigley*. México: Editorial McGraw-Hill/Interamericana.
- Cortav, G. (17 de Septiembre de 2014). *Productos de sellado*. Obtenido de http://www.greenercorp.com/es/prod_crimpers.shtml
- Cruz, J., & Villamarín, E. (Julio de 2011). *Diseño y construcción de un sistema para corte y sellado de envases plásticos de hasta 500cc para la empresa Chemequil industrias CIA.LTDA*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Expoindustrial. (17 de Septiembre de 2014). *Internacional de empaques y maquinarias*. Obtenido de http://www.expoindustrial.com/sitVerModel.cfm?modelo_id=165042
- Ferromaq. (16 de Agosto de 2014). *Repuestos engranajes*. Obtenido de <http://www.ferromaq.com.ar/es/repuestos/engranajes>
- Ighler, L. (17 de Septiembre de 2014). *Soldar grandes series por ultrasonido*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/4422-Soldar-grandes-series-por-ultrasonidos.html>
- Incropera, F. (s.f.). *Fundamentos de Transferencia de Calor* (Cuarta ed.). Prentice Hall.
- Incropera, I. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México DF, México: Prentice Hall.

- Industry, D. (17 de Septiembre de 2014). *Salon online de la industria*. Obtenido de [//www.directindustry.es/fabricante-industrial/termoselladora-rotativa-horizontal-91261.html](http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/termoselladora-rotativa-horizontal-91261.html)
- Ingefilter. (10 de Noviembre de 2014). *Manual del acero inoxidable*. Obtenido de <http://www.ingefilter.com/>
- KREITH, F. (1986). *Principios de transferencia de calor (s/e)*. Madrid, España.
- Laboral, U. (16 de Agosto de 2014). *Polímeros*. Obtenido de <http://fisica.universidadlaboralab.es/wordpress/wp-content/uploads/2011/05/polimeros.pdf>
- Laboral, U. (14 de Agosto de 2014). *Polímeros*. Obtenido de <http://fisica.universidadlaboralab.es/wordpress/wp-content/uploads/2011/05/polimeros.pdf>
- Larburu, N. (2003). *Máquinas prontuario*. Magallanes, España: thomson.
- Morales, E. (2010). *Diseño y construcción de un dosificador y empacador de producto alimenticio molido y seco de 50 gr*. Previo a la obtencion de título de ingeniero en electromecanico, EPE. Latacunga.
- MOTT, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. ed.). México: Editorial Pearson.
- NORTON, R. L. (2005). *Diseño de Máquinas* (3ra. ed.). México: Editorial Mc Graw Graw Hill.
- OMRON. (2014). Relés de estado sólido (SSR). *Relés de estado sólido (SSR) G3NA, 2,3,4*.
- Sellado M.R., S. (12 de Agosto de 2014). *Fabricante de todo tipo de sellado*. Obtenido de [//evolvedcaraurio.com/Producto-Galeria/selladora-para-celofan-polipropileno-y-laminados/](http://evolvedcaraurio.com/Producto-Galeria/selladora-para-celofan-polipropileno-y-laminados/)
- Solution, N. (12 de Agosto de 2014). *Soluciones del empaque*. Obtenido de <http://www.novamart.com/tienda/index.php/empaque/selladoras/selladoras-de-banda/selladora-de-banda-vertical-continua.html>
- Surtirodamientos. (16 de Agosto de 2014). *Transmision y potencia*. Obtenido de <http://www.surtirodamientos.com/transmision-y-potencia/>
- TERMOKEW. (11 de Agosto de 2014). *Fabricación de y diseño de termopares*. Obtenido de <http://www.termokew.mx/>
- Valladolid, U. d. (14 de Agosto de 2014). *Polietileno de baja densidad*. Obtenido de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20baja%20densidad.htm>

Verdugo, C. (2010). *Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para la máquina de corte y sellado de fundas tepack*. Previo a la obtención de título de ingeniero en electrónica, EPN. Quito.

WATLOW. (2014). Controladores de temperatura Watlow serie 935. En Watlow, *Manual de usuario* (págs. 1-58). Mexico.

Wikipedia. (16 de Agosto de 2014). *Correa de transmision*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Correa_de_transmisi%C3%B3n

Wikipedia. (18 de Agosto de 2014). *Engranajes*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Engranaje>

ANEXO I: MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO

- **A. NORMAS DE SEGURIDAD**
- **B. MANUAL DE USUARIO**
- **C. MANUAL DE MANTENIMIENTO**

A. NORMAS DE SEGURIDAD

Toda persona que desarrolla su actividad en el área industrial debe tener uso o conocimiento de las normas de seguridad antes de empezar a trabajar con cualquier máquina para evitar daños personales y/o materiales.

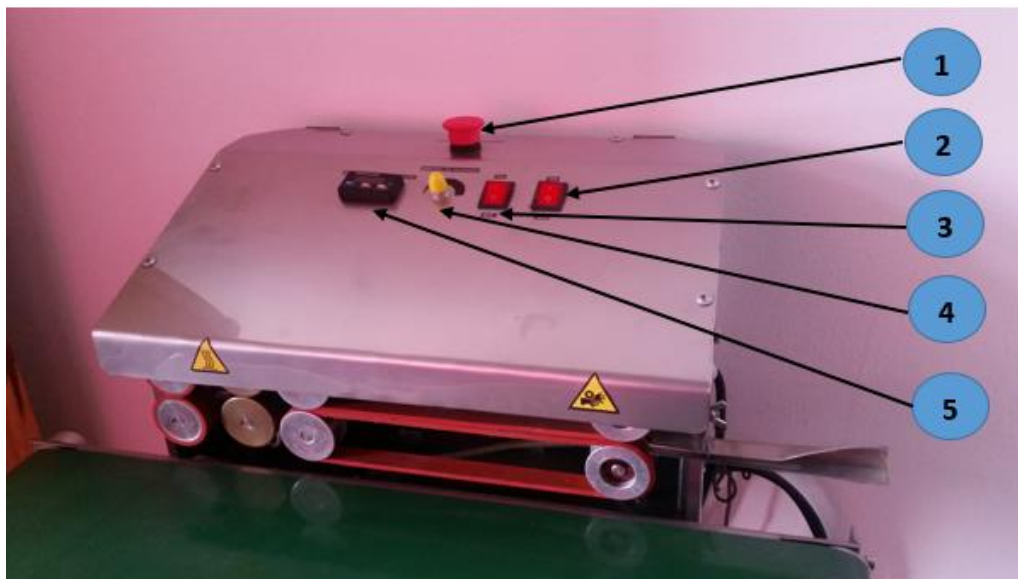
En el siguiente recuadro se indica el significado de algunos símbolos:


NIVELES DE RIESGO		RIESGO
	¡PELIGRO!	RIESGO ELECTRICO Electrocutarse, cortocircuitos.
	¡PELIGRO!	RIESGO FISICO Atascamientos, desmembramientos.
	¡PELIGRO!	RIESGO TERMICO Quemaduras.








	¡PELIGRO!	Riesgo alejado.
	ADVERTENCIA	Daño a personas y/o rotura de elementos.
	ATENCION	Mal funcionamiento.
	INFORMACION	Datos adicionales sobre el tema en tratamiento.

B. MANUAL DE USUARIO


Encendido / Operación




1. Verificar la limpieza y desinfección en el equipo.
2. Colocar los interruptor ⁽²⁾ y ⁽³⁾ en la posición O.
3. Conectar el equipo a una toma de alimentación de 110 Vac.
4. Cerciorarse de que la perilla ⁽⁴⁾ este completamente girada a la izquierda
 hasta su tope máximo.
5. Presionar el interruptor ⁽³⁾ hacia la posición I, para accionar el giro en los rodillos conjuntamente con la banda transportadora.


6. Regular con el potenciómetro  la velocidad requerida a trabajar, girando a la izquierda  obtenemos menor velocidad, y girando a la derecha  va a ir obteniendo mayor velocidad.
7. Presionar el interruptor , para accionar el control de temperatura de la máquina.
8. Fijar el valor de la temperatura en el pirómetro . (Revisar en el ANEXO IV).
9. Esperar 9 a 10 minutos aproximadamente hasta que los rodillos se calienten y hayan alcanzado la temperatura fijada.
10. Ingresar una funda a sellar, observar el terminado del sellado, si está bien continuar, sino variar la velocidad de la banda con ayuda del potenciómetro  o a su vez variar el valor fijado en el pirómetro .
11. Ingresar una tras otra las fundas.



Apagado / Mantenimiento

1. De los interruptores anteriormente detallados, primero colocar el interruptor  en la posición O, que deshabilitará la temperatura de los selladores, con esto se consigue que se enfríe paulatinamente el equipo para evitar daños o deformaciones en sus componentes.
2. Dejar la máquina en movimiento en velocidad media durante 10 minutos hasta que baje la temperatura.

3. Luego colocar el interruptor  en la posición O, para apagar completamente el equipo.
4. Realizar la limpieza y desinfección del equipo.
5. Para tareas de mantenimiento de debe operar en este estado para evitar accidentes.

Paro de emergencia

La función de parada de emergencia  sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro al operador, para evitar daños en la máquina en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona.

1. Para la activación solo es necesario presionar el botón , esta posición el paro de emergencia quedará enclavado.
2. Para la desactivación se debe girar a derecha  y luego hacia arriba para despegarlo.

C. MANUAL DE MANTENIMIENTO

La presente máquina por sus características de extrema sencillez y robustez mecánica requiere de una mínima rutina de mantenimiento. Sin embargo, la correcta aplicación del diagrama descrito a continuación se reflejará en la calidad de la producción y en la vida útil de la máquina.

Para la respectiva rutina de mantenimiento es indispensable tomar en cuenta cada una de las normas de seguridad antes mencionadas para evitar posibles accidentes, y capacitar al personal que opera la maquinaria para que tomen precauciones al manipular la misma.

A continuación se detalla una tabla de mantenimiento establecida en horas de operación, que están establecidas en un rango de un mínimo de 8 horas y un máximo de 2400 horas.

HORAS	PROCEDIMIENTO
CADA 8 HORAS	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar con un paño humedecido en alcohol las bandas y los rodillos de silicón, no se debe utilizar herramientas ni elementos metálicos para sacar la suciedad de las bandas. • Limpiar los rodillos termos selladores usando un cepillo suave de bronce, obviamente cuando estos se encuentren con temperaturas bajas. • Limpiar la banda transportadora y el cuerpo de la máquina con un paño limpio y alcohol industrial, procurar de no utilizar combustibles pesados para evitar riesgos laborales.
CADA 50	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar excesos de grasas antiguas y dañadas de

HORAS	<p>los puntos de lubricación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lubricar los piñones del sistema de TRACCIÓN, rodamientos con una solución en aerosol de acción duradera, a base de teflón en especial la sección de piñones.
CADA 200 HORAS	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la tensión de las cadenas y la tensión de las bandas. • Verificar que no existan derrames de aceite en el moto reductor.
CADA 1200 HORAS	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricar la cadena con una solución en aerosol de acción duradera, a base de teflón. • Revisar el sistema eléctrico, apretar borneras, verificar amperajes de operación, relés auxiliares, relés de estado sólido, interruptor, botoneras, breaker. • Verificar alineación de los piñones, realizar reapriete de los prisioneros.
CADA 2400 HORAS	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el aceite del motoreductor; en este caso se usara aceite de caja de TRACCIÓN en una cantidad de 80 ml. • Reemplazar los dos retenedores existentes en motoreductor. • Verificar el estado de la resistencia calefactora y los cables de conexión de las mismas.

ANEXO II: PLANOS

A. PLANOS CONSTRUCTIVOS DE LA MÁQUINA

B. PLANOS ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA

ANEXO III: TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES

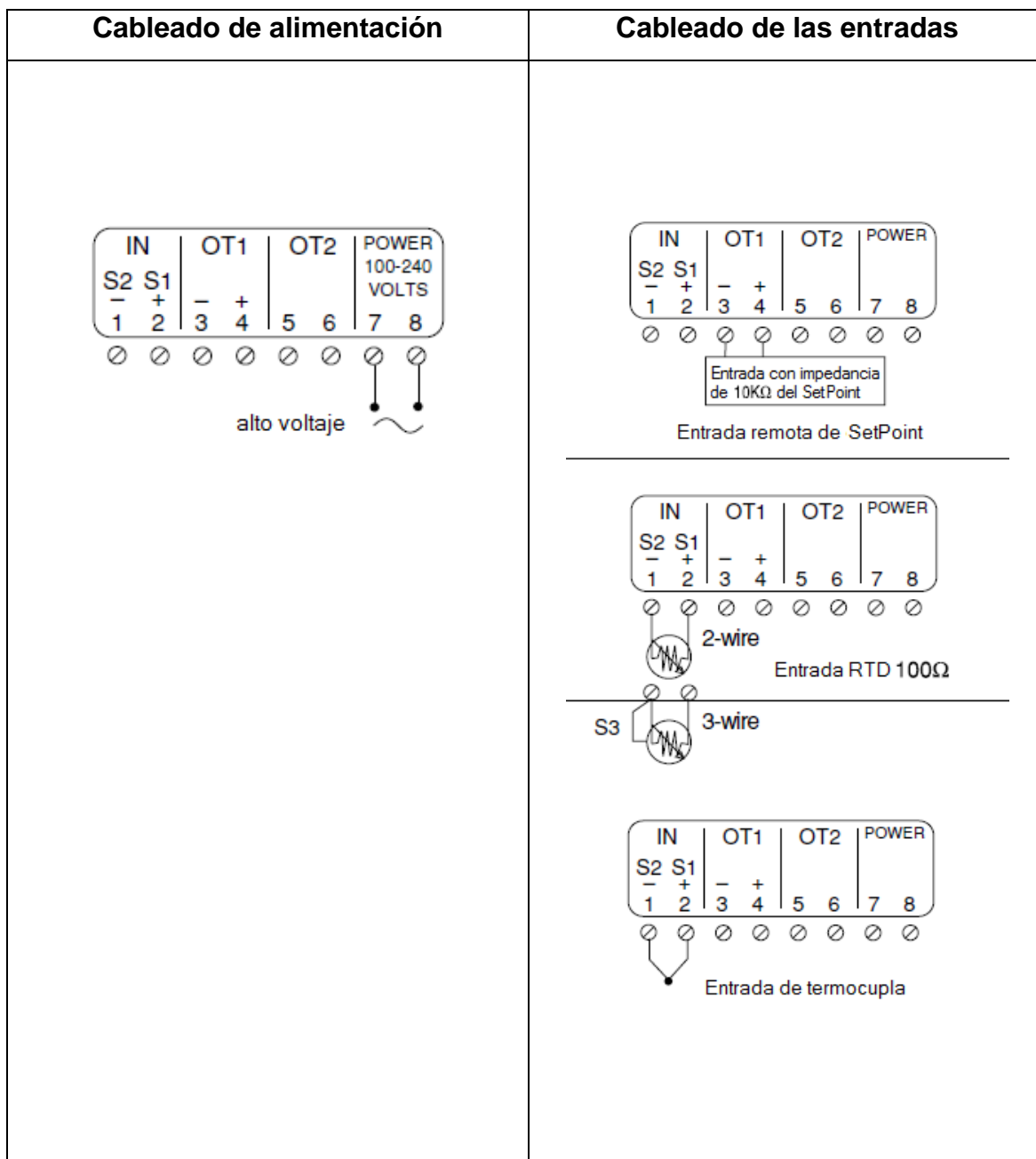
Tabla de conversión de unidades

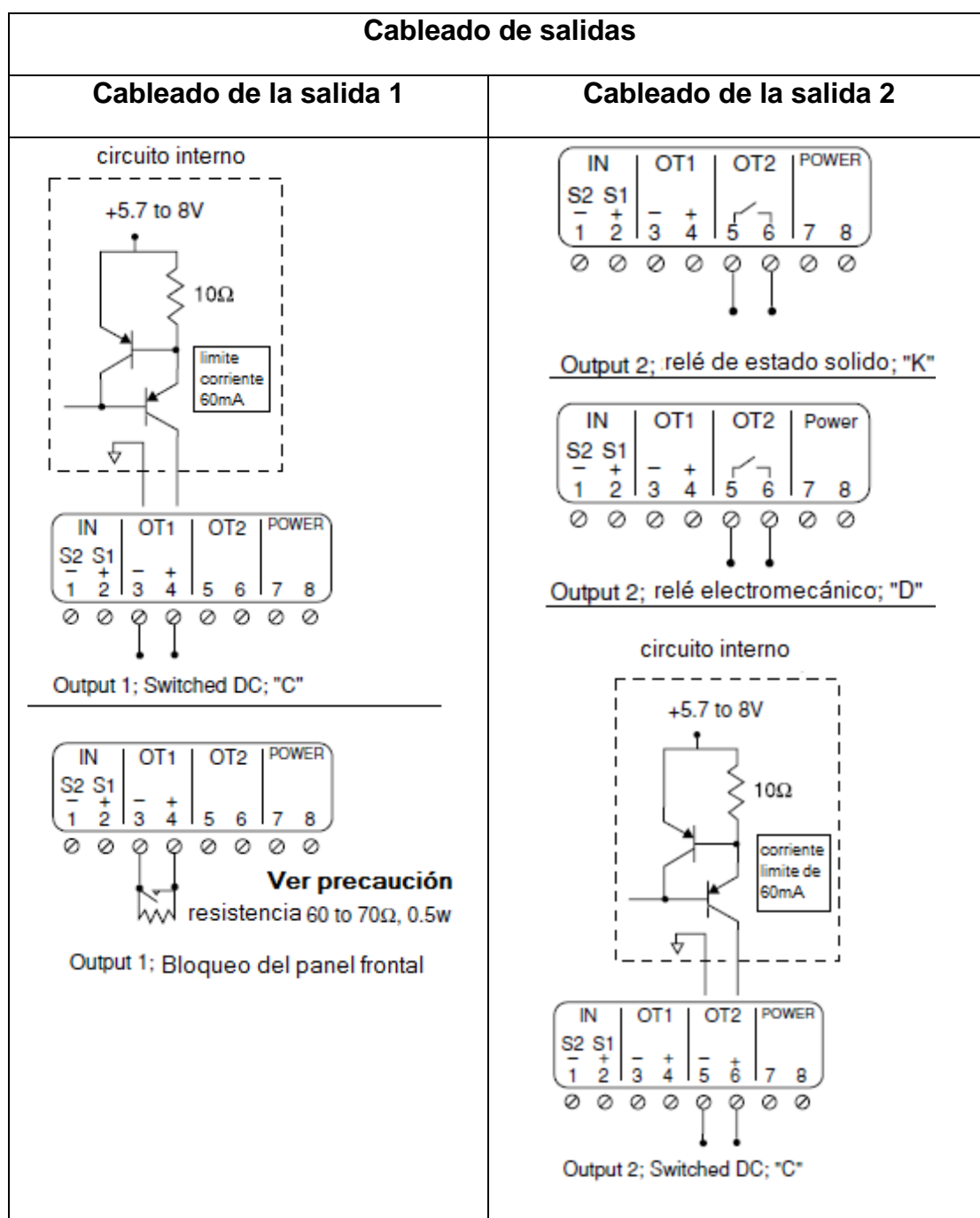
TABLA F-1 Factores de conversión de unidades seleccionadas					
Advierta que estos factores de conversión (y otro) están incorporados en los archivos UNITMAST Y STUDENT del TKSolver					
Multiplique esto por	esto	para obtener	esto	Multiplique esto por	esto para obtener esto
aceleración					
in/sec ²	x	0.0254	=	m/sec ²	
ft/sec ²	x	12	=	in/sec ²	
ángulos					
radián	x	57.2958	=	grados	
área					
in ²	x	645.16	=	mm ²	
ft ²	x	144	=	in ²	
momento de inercia de área					
in ⁴	x	416 231	=	mm ⁴	
in ⁴	x	4.162E-07	=	m ⁴	
m ⁴	x	1.0E+12	=	mm ⁴	
m ⁴	x	1.0E+08	=	cm ⁴	
ft ⁴	x	20 736	=	in ⁴	
densidad					
lb/in ³	x	27.6805	=	g/cc	
g/cc	x	0.001	=	g/mm ³	
lb/ft ³	x	1 728	=	lb/in ³	
kg/m ³	x	1.0E-06	=	g/mm ³	
fuerza					
lb	x	4.448	=	N	
N	x	1.0E+05	=	dyne	
tonelada (corta)	x	2 000	=	lb	
longitud					
in	x	25.4	=	mm	
ft	x	12	=	in	
masa					
blob	x	386.4	=	lb	
slug	x	32.2	=	lb	
blob	x	12	=	slug	
kg	x	2.205	=	lb	
kg	x	9.8083	=	N	
kg	x	1 000	=	g	
momento de inercia de masa					
lb-in-sec ²	x	0.1138	=	N-m-sec ²	
momentos y energía					
in-lb	x	0.1138	=	N-m	
ft-lb	x	12	=	in-lb	
N-m	x	8.7873	=	in-lb	
N-m	x	0.7323	=	ft-lb	
potencia					
HP	x	550	=	ft-lb/sec	
HP	x	33 000	=	pie-lb/min	
HP	x	6 600	=	in-lb/sec	
HP	x	745.7	=	watts	
N-m/sec	x	8.7873	=	pie-lb/sec	
presión y esfuerzos					
psi	x	6 894.8	=	Pa	
psi	x	6.895E-3	=	MPa	
psi	x	144	=	psf	
kpsi	x	1 000	=	psi	
N/m ²	x	1	=	Pa	
N/mm ²	x	1	=	MPa	
tasa de resorte					
lb/in	x	175.126	=	N/m	
lb/ft	x	0.08333	=	lb/in	
intensidad de esfuerzo					
MPa-m ^{0.5}	x	0.909	=	ksi-in ^{0.5}	
velocidad					
in/sec	x	0.0254	=	m/sec	
ft/sec	x	12	=	in/sec	
rad/sec	x	9.5493	=	rpm	
volumen					
in ³	x	16 387.2	=	mm ³	
ft ³	x	1 728	=	in ³	
cm ³	x	0.061023	=	in ³	
m ³	x	1.0E+9	=	mm ³	

Fuente: Diseño de máquinas (Norton, R.)

ANEXO IV: DESCRIPCIÓN DE PIRÓMETRO WATLOW

Descripción de entradas/ salidas y alimentación del controlador





**ANEXO V: CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS
ELEMENTOS USADOS EN EL DISEÑO DEL EQUIPO**

A. PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Designación del material			Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en pulgadas)
Número AISI	UNS	Condición	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
Aceros austeníticos							
201	S20100	Recocido	115	793	55	379	55
		1/4 duro	125	862	75	517	20
		1/2 duro	150	1030	110	758	10
		3/4 duro	175	1210	135	931	5
		Duro total	185	1280	140	966	4
301	S30100	Recocido	110	758	40	276	60
		1/4 duro	125	862	75	517	25
		1/2 duro	150	1030	110	758	15
		3/4 duro	175	1210	135	931	12
		Duro total	185	1280	140	966	8
304	S30400	Recocido	85	586	35	241	60
310	S31000	Recocido	95	655	45	310	45
316	S31600	Recocido	80	552	30	207	60
Aceros ferríticos							
405	S40500	Recocido	70	483	40	276	30
430	S43000	Recocido	75	517	40	276	30
446	S44600	Recocido	80	552	50	345	25
Aceros martensíticos							
410	S41000	Recocido	75	517	40	276	30
416	S41600	Q&T 600	180	1240	140	966	15
		Q&T 1000	145	1000	115	793	20
		Q&T 1400	90	621	60	414	30
431	S43100	Q&T 600	195	1344	150	1034	15
440A	S44002	Q&T 600	280	1930	270	1860	3
Aceros endurecidos por precipitación							
17-4PH	S17400	H 900	200	1380	185	1280	14
		RH 1150	145	1000	125	862	19
17-7PH	S17700	RH 950	200	1380	175	1210	10
		TH 1050	175	1210	155	1070	12

Fuente: (Mott, Robert)

B. PROPIEDADES DE LOS BRONCES

Material	Designación, número UNS	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)	Módulo de elasticidad	
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		(10 ⁶ psi)	(GPa)
Bronce fosforado con plomo	C54400	68	469	57	393	20	15	103
Bronce al silicio	C65500	58	400	22	152	60	15	103
Bronce al manganeso	C67500	65	448	30	207	33	15	103
	C86200	95	655	48	331	20	15	103
Bronce para cojinetes	C93200	35	241	18	124	20	14.5	100
Bronce de aluminio	C95400	85	586	35	241	18	15.5	107
Aleación cobre-níquel	C96200	45	310	25	172	20	18	124
Aleación cobre-níquel-zinc (llamada también plata níquel)	C97300	35	241	17	117	20	16	110

Fuente: (Mott, Robert)

C. PROPIEDADES TÍPICAS DEL ALUMINIO

Aleación y tratamiento	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)	Resistencia al corte		Resistencia a la fatiga	
	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)
1060-O	10	69	4	28	43	7	48	3	21
1060-H14	14	97	11	76	12	9	62	5	34
1060-H18	19	131	18	124	6	11	121	6	41
1350-O	12	83	4	28	28	8	55		
1350-H14	16	110	14	97		10	69		
1350-H19	27	186	24	165		15	103	7	48
2014-O	27	186	14	97	18	18	124	13	90
2014-T4	62	427	42	290	20	38	262	20	138
2014-T6	70	483	60	414	13	42	290	18	124
2024-O	27	186	11	76	22	18	124	13	90
2024-T4	68	469	47	324	19	41	283	20	138
2024-T361	72	496	57	393	12	42	290	18	124
2219-O	25	172	11	76	18				
2219-T52	60	414	42	290	10			15	103
2219-T87	69	476	57	393	10			15	103
3003-O	16	110	6	41	40	11	121	7	48
3003-H14	22	152	21	145	16	14	97	9	62
3003-H18	29	200	27	186	10	16	110	10	69
5052-O	28	193	13	90	30	18	124	16	110
5052-H34	38	262	31	214	14	21	145	18	124
5052-H38	42	290	37	255	8	24	165	20	138
6061-O	18	124	8	55	30	12	83	9	62
6061-T4	35	241	21	145	25	24	165	14	97
6061-T6	45	310	40	276	17	30	207	14	97
6063-O	13	90	7	48		10	69	8	55
6063-T4	25	172	13	90	22				
6063-T6	35	241	31	214	12	22	152	10	69
7001-O	37	255	22	152	14				
7001-T6	98	676	91	627	9			22	152
7075-O	33	228	15	103	16	22	152		
7075-T6	83	572	73	503	11	48	331	23	159

Nota: Propiedades comunes:

Densidad: 0.091 a 0.102 lb/pulg³ (2635 a 2829 kg/m³)

Módulo de elasticidad: 10 a 10.6 × 10⁶ psi (69 a 73 GPa)

Resistencia a la fatiga a 5 × 10⁶ ciclos

Fuente: (MOOT, Robert)

D. DIMENSIONES DE LOS PIÑONES INTERMEC

www.intermec.com.co

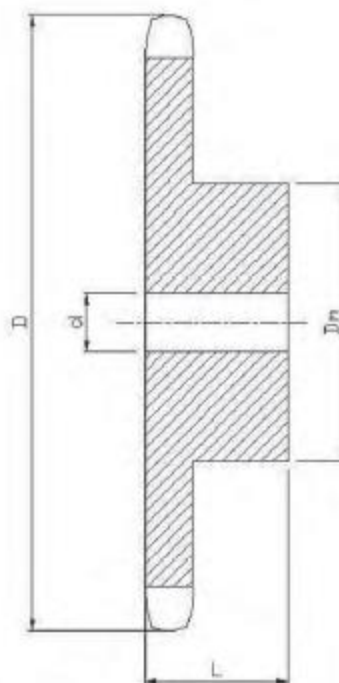
INTERMEC

PIÑONES
1/4 (25)
Sencillos

TABLA DE DIMENSIONES
DE LOS PIÑONES INTERMEC PASO 1/4" (6.35)
para Cadena ANSI No. 25 Tipo B Sencillos

Dimensiones en Milímetros

REF	D	Dm	L	di
2589	21,2	11	15	6,35
25810	23,4	13	13	6,35
25811	25,5	14	13	6,35
25812	27,5	16	13	6,35
25813	29,6	18	13	6,35
25814	31,6	21	13	6,35
25815	33,7	23	13	6,35
25816	35,7	25	13	6,35
25817	37,8	26	13	6,35
25818	39,8	29	13	6,35
25819	41,9	28	15	9,53
25820	43,9	33	16	6,35
25821	45,9	35	16	6,35
25822	48,0	37	16	6,35
25823	50,0	38	16	6,35
25824	52,1	38	16	9,53
25825	54,1	38	16	9,53
25826	56,1	35	16	9,53
25827	58,2	38	16	9,53
25828	60,1	38	16	9,53
25829	62,2	35	16	9,53
25830	64,2	33	16	9,53
25831	66,2	38	16	9,53
25832	68,3	38	16	9,53
25833	70,3	38	16	9,53
25834	72,3	38	16	9,53
25835	74,4	38	16	9,53
25836	76,4	38	19	9,53
25837	78,4	38	19	9,53
25838	80,4	38	19	9,53
25839	82,5	38	19	12,70
25840	84,5	51	19	12,70
25841	86,5	51	19	12,70
25842	88,8	51	19	12,70
25843	90,6	51	19	12,70
25844	92,6	51	19	12,70
25845	94,6	51	19	12,70
25846	96,6	51	19	12,70
25847	98,7	51	19	12,70



Fuente: Catálogo Intermec

E. PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE LOS GASES A PRESIÓN ATMOSFÉRICA (AIRE)

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
Aire							
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683

Fuente: (Incropera I. , 1999)

ANEXO VI: FICHAS TÉCNICAS

A. FICHA TÉCNICA DE FUNDAS DOY PACK 150 gr.

 NEYPLEX CIA. LTDA. <small>www.neyplex.com</small>	FECHA DE EMISIÓN: 2013-Abr-07	Revisión: 0 Fecha de Revisión: 2013-04-07
---	-------------------------------	--

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

1. INFORMACIÓN GENERAL

CLIENTE:	TERRAFERTIL S.A		
REFERENCIA DEL PRODUCTO:	AKI CIRUELAS SIN SEMILLAS 150 gr	CÓDIGO CLIENTE:	17517
CÓDIGO DEL PRODUCTO:		CÓDIGO NEYPLEX:	
CÓDIGO DE BARRAS:	LECTURA: A	7861042531517	REGISTRO SANITARIO:

PRESENTACIÓN: FUNDAS ☒ BOBINAS ☐ TIPO DE SELLO: T ☐ U ☐ L ☐ F ☐

2. MATERIALES

Estructura compuesta por 2 láminas

1. POLIÉSTER (PET)

Película de poliéster, orientado biaxialmente, con una cara tratada para impresión y/o laminación;

- Resistencia y estabilidad térmica.
- Excelente transparencia y brillo;
- Permeabilidad muy baja a gases, vapor de agua y aromas.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Excelente maquinabilidad en empacadoras verticales y horizontales.

Resistencia a la Tracción	Norma ASTM D882	DM	186 N/mm ²
	Norma ASTM D882	TM	196 N/mm ²
	Norma ASTM D882	DM	90 %
Elongación en el punto de rotura	Norma ASTM D882	TM	80 %
Opacidad	Norma ASTM D1603		máx. 4,3 %
Permeabilidad a vapor de agua	Norma ASTM E9680		40 g/m ² /día. WVTR.
Permeabilidad al Oxígeno	Norma ASTM D1434		110 cm ³ /m ² /día/atm. OTR.

2. POLIETILENO BAJA DENSIDAD TRANSPARENTE (PEBD)

Película de polietileno de baja densidad transparente coextruido, con una cara tratada para laminación.

- Excelente sellabilidad y hot tack.
- Buena resistencia al impacto, rasgado y punzonado.
- Excelentes propiedades mecánicas.

	MATERIAL	CALIBRE (μ)	GRAMAJE (g/m ²)	RENDIMIENTO (m ² /kg)	TOLERANCIA
1	POLIÉSTER	13,5	19.10	52.36	± 8%
2	PEBD TRANSPARENTE	90	82.98	12.05	± 10%
3	TINTAS	2	2.00	-	± 10%
4	ADHESIVO	2	2.00	-	± 10%
	TOTAL	94.0	106.08	9.43	± 10%

3. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

FUNDAS			TIPO DE FUNDA		EMBALAJE	
Medidas		Tolerancia				
Ancho	150 mm	± 2 mm	Funda Normal	<input type="checkbox"/>	PALLETS	
Largo	160 mm	± 2 mm	Funda Corte Camiseta	<input type="checkbox"/>	CAJAS	X
Fuelle	25 mm	± -	Funda Troquelada	<input type="checkbox"/>	BULTOS	
Solapa	-	± -	Funda Verpack	<input type="checkbox"/>	OTRO	
Lengüeta	-	± -	Funda con Fuelle	<input type="checkbox"/>		
Troquel	-	± -	Funda con Tiradera	<input type="checkbox"/>		
Peso millar	8.57 kg	± 10%	Funda con Lengüeta	<input type="checkbox"/>		
Peso Zipper	-	± 10%	Funda Zip Verpack	<input type="checkbox"/>		
Distancia entre fotoceldas	-	± -	Funda con Zipper	<input checked="" type="checkbox"/>		
			Funda Perforada	<input type="checkbox"/>		
			Funda Stand Up	<input checked="" type="checkbox"/>		

4. MATERIAL DE IMPRESIÓN Y TINTAS

Sistema de Impresión: FLEXOGRAFÍA		Tipo de Impresión: INTERNA	
Primera Cara		Segunda Cara	
COLOR / PANTONE		COLOR / PANTONE	
No		No	
1	CYAN	1	CYAN
2	MAGENTA	2	MAGENTA
3	AMARILLO	3	AMARILLO
4	NEGRO	4	NEGRO
5	REFLEX BLUE	5	REFLEX BLUE
6	P 241 C	6	P 241 C
7	ROJO	7	ROJO
8	BLANCO	8	BLANCO

NOTAS

1. Los colores Pantone son referenciales, los colores estándar deberán ser aprobados por el cliente en máquina.

2. El sistema de impresión flexográfica utiliza planchas que sufren desgaste proporcional a su uso, lo cual produce ganancia de punto en las impresiones.

 NEYPLEX CIA. LTDA. <small>www.neyplex.com</small>	FECHA DE EMISION: 2013-Abr-07	<small>Revisión: 0</small> <small>Fecha de Revisión: 2013-04-07</small>
---	--------------------------------------	--

FICHA TECNICA DE PRODUCTO

5. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Parámetro	Unidad	Valores	Método
Coeficiente de Fricción (COF)	CNT / CNT	0,22 ± 0,08	ASTM D-1894
	CNT / METAL	0,22 ± 0,08	ASTM D-1894
Rango de Temperatura de Sellado, Hot Tack: (1,5 s - 50 psi)	°C	140 ~ 160	ASTM F-88
Fuerza de Sellado	gf/pulg.	min. 3000	NTC 956
Retención de Solventes	mg/m ²	máx. 15	Cromatografía

6. CONDICIONES DE MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Los paquetes deben manipularse cuidando de no deformarlos ni golpearlos. Las bobinas deben manipularse una a una usando un tubo de extremo a extremo por el interior del núcleo. Deben almacenarse en espacios cerrados y cubiertos, evitando condiciones adversas de humedad, exposición al sol o lluvia y excesivo calor. Deben estar aislados de materiales aromáticos, químicos y vapores. Evitar contaminación por plagas y polvo. Un período largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material. Tomando en cuenta el manejo y las condiciones de almacenamiento, recomendamos utilizar dentro de los primeros 6 (seis) meses desde su fabricación.

7. REGULACIONES PARA USO EN CONTACTO CON ALIMENTOS.


Los materiales usados en la fabricación de este empaque flexible, se encuentran dentro de la lista positiva y cumplen con las regulaciones FDA "Food and Drugs Administration" para la elaboración de empaques para alimentos de consumo humano según: FDA: 21CFR parte 177 §1520 FDA: 21 CFR 177.1520(c) 3.2(a) FDA: 21CFR parte 175 §105 y § 320; parte 176 §125, 180, 200, 210 y 176(c). Las tintas utilizadas para la impresión de este empaque flexible son compatibles para estar en contacto con alimentos de consumo humano y no contienen metales pesados cumpliendo con FDA: 21CFR parte 175 §105 y § 320; parte 176 §125, 180, 200, 210. Están libres de olores, contaminación de microorganismos y no ocasionan cambios al sabor del producto que se envase en él. Los adhesivos utilizados en nuestro proceso de laminación son "Solvent less", es decir, no producen migración de solventes hacia el interior del empaque ni hacia el exterior. No se han utilizado materiales reciclados para la elaboración de este empaque flexible.

ULTIMA FECHA DE REVISION DE ESTA FICHA TECNICA: 2013-Abr-07


NEYPLEX CIA. LTDA.
 CONTROL CALIDAD

GERENCIA DE VENTAS

B. FICHA TÉCNICA DE FUNDAS DOY PACK 350 gr.

 NEYPLEX CIA. LTDA. <small>www.nayplex.com</small>	FECHA DE EMISION: 2013-Abr-16	<small>Revisión: 0 Fecha de Revisión: 2013-04-09</small>
---	--------------------------------------	--

FICHA TECNICA DE PRODUCTO

1. INFORMACIÓN GENERAL

CLIENTE:	TERRAFERTIL S.A		
REFERENCIA DEL PRODUCTO:	SUPERMAXI FRUIT MIX 350 gr	CÓDIGO CLIENTE:	1TS17
CÓDIGO DEL PRODUCTO:		CÓDIGO NEYPEX:	
CÓDIGO DE BARRAS:	LECTURA: A 7861042530749	REGISTRO SANITARIO:	

PRESENTACIÓN: FUNDAS ☒ BOBINAS ☐ TIPO DE SELLO: T ☐ U ☐ L ☐ F ☐

2. MATERIALES

Estructura compuesta por 2 láminas

1. POLIESTER (PET)

Película de poliéster, orientado biaxialmente, con una cara tratada para impresión y/o laminación;

- Resistencia y estabilidad térmica.
- Excelente transparencia y brillo;
- Permeabilidad muy baja a gases, vapor de agua y aromas.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Excelente maquinabilidad en empacadoras verticales y horizontales.

Resistencia a la Tracción	Norma ASTM D882	DM	186 N/mm ²
	Norma ASTM D882	TM	196 N/mm ²
Elongación en el punto de rotura	Norma ASTM D882	DM	90 %
	Norma ASTM D882	TM	80 %
Opacidad	Norma ASTM D1003		máx. 4,3 %
Permeabilidad a vapor de agua	Norma ASTM E960		40 g/m ² /día. WVTR.
Permeabilidad al Oxígeno	Norma ASTM D1434		110 cm ³ /m ² /día/atm. OTR.

2. POLIETILENO BAJA DENSIDAD TRANSPARENTE (PEBD)

Película de polietileno de baja densidad transparente coextruido, con una cara tratada para laminación.

- Excelente sellabilidad y hot tack.
- Buena resistencia al impacto, rasgado y punzonado.
- Excelentes propiedades mecánicas.

MATERIAL	CALIBRE (μ)	GRAMAJE (g/m ²)	RENDIMIENTO (m ² /kg)	TOLERANCIA
1 POLIESTER	13,5	19.10	52.36	± 8%
2 PEBD TRANSPARENTE	90	82.98	12.05	± 10%
3 TINTAS	2	2.00	-	± 10%
4 ADHESIVO	2	2.00	-	± 10%
TOTAL	94.0	106.08	9.43	± 10%

3. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

FUNDAS			TIPO DE FUNDA		EMBALAJE	
Medidas		Tolerancia				
Ancho	160 mm	± 2 mm	Funda Normal	<input type="checkbox"/>	PALLETS	
Largo	210 mm	± 2 mm	Funda Corte Camiseta	<input type="checkbox"/>	CAJAS	X
Fuelle	45 mm	± -	Funda Troquelada	<input type="checkbox"/>	BULTOS	
Solapa	-	± -	Funda con Fuelle	<input type="checkbox"/>	OTRO	
Lengueta	-	± -	Funda con Tiradera	<input type="checkbox"/>		
Troquel	-	± -	Funda con Lengueta	<input type="checkbox"/>		
Peso millar	8.57 kg	± 10%	Funda Zip Verpack	<input type="checkbox"/>		
Peso Zipper	-	± 10%	Funda con Zipper	<input checked="" type="checkbox"/>		
Distancia entre fotoceldas	-	± -	Funda Perforado	<input type="checkbox"/>		
			Funda Stand Up	<input checked="" type="checkbox"/>		


4. MATERIAL DE IMPRESIÓN Y TINTAS

Sistema de Impresión:		FLEXOGRAFIA	
Tipo de Impresión:		INTERNA	
Primera Cara		Segunda Cara	
COLOR / PANTONE		COLOR / PANTONE	
1	CYAN	1	CYAN
2	MAGENTA	2	MAGENTA
3	AMARILLO	3	AMARILLO
4	NEGRO	4	NEGRO
5	P 185 C	5	P 185 C
6	REFLE BLUE	6	REFLE BLUE
7	GRIS	7	GRIS
8	BLANCO	8	BLANCO

NOTAS

1. Los colores Pantone son referenciales, los colores estándar deberán ser aprobados por el cliente en máquina.

2. El sistema de impresión flexográfica utiliza planchas que sufren desgaste proporcional a su uso, lo cual produce ganancia de punto en las impresiones.

 NEYPLEX CIA. LYDA. <small>www.neyplex.com</small>	FECHA DE EMISION: 2013-Abr-16	<small>Revisión: 0 Fecha de Revisión: 2013-06-07</small>
---	--------------------------------------	--

FICHA TECNICA DE PRODUCTO

5. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Parámetro	Unidad	Valores	Método
Coeficiente de Fricción (COF)	CNT / CNT	0,22 ± 0,08	ASTM D-1894
	CNT / METAL	0,22 ± 0,08	ASTM D-1894
Rango de Temperatura de Sellado, Hot Tack, (1,5 s - 50 psi)	°C	140 ~ 160	ASTM F-88
Fuerza de Sellado	gf/pulg.	min. 3000	NTC 956
Retención de Solventes	mg/m ²	máx. 15	Cromatografía

6. CONDICIONES DE MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Los paquetes deben manipularse cuidando de no deformarlos ni golpearlos. Las bobinas deben manipularse una a una usando un tubo de extremo a extremo por el interior del núcleo. Deben almacenarse en espacios cerrados y cubiertos, evitando condiciones adversas de humedad, exposición al sol o lluvia y excesivo calor. Deben estar aislados de materiales aromáticos, químicos y vapores. Evitar contaminación por plagas y polvo. Un período largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material. Tomando en cuenta el manejo y las condiciones de almacenamiento, recomendamos utilizar dentro de los primeros 6 (seis) meses desde su fabricación.

7. REGULACIONES PARA USO EN CONTACTO CON ALIMENTOS.

Los materiales usados en la fabricación de este empaque flexible, se encuentran dentro de la lista positiva y cumplen con las regulaciones FDA "Food and Drugs Administration" para la elaboración de empaques para alimentos de consumo humano según: FDA: 21CFR parte 177 §1520 FDA: 21 CFR 177.1520(c) 3.2(a) FDA: 21CFR parte 175 §105 y § 320, parte 176 §125, 180, 200, 210 y 176(c). Las tintas utilizadas para la impresión de este empaque flexible son compatibles para estar en contacto con alimentos de consumo humano y no contienen metales pesados, cumpliendo con FDA: 21CFR parte 175 §105 y § 320, parte 176 §125, 180, 200, 210. Están libres de olores, contaminación de microorganismos y no ocasionan cambios al sabor del producto que se envase en él. Los adhesivos utilizados en nuestro proceso de laminación son "Solvent Less", es decir, no producen migración de solventes hacia el interior del empaque ni hacia el exterior. No se han utilizado materiales reciclados para la elaboración de este empaque flexible.

ULTIMA FECHA DE REVISION DE ESTA FICHA TECNICA: 2013-Abr-16


 NEYPLEX CIA. LYDA.
 CONTROL CALIDAD

GERENCIA DE VENTAS

C. CATÁLOGO DE BANDAS CHIORINO 1906

	Tipo	Núcleo de tracción (1)		Cobertura lado superior	Cobertura lado inferior	Antiestaticidad permanente (ISO 21179)	Espesor total		Peso kg/m ²	Diámetro mínimo (2)		Tracción al 1% N/mm	Resistencia temperatura mín. [°C]	Resistencia temperatura máx. [°C]	Coeficiente de fricción lado superior (3)
							mm	mm		mm	N/mm				
Fast Joint	PT0.9 0-0	PET-PA	-	●	-	✓	0,9	0,9	10	5	-20	+100	LF		
	PT0.9 0-0 N	PET-PA	-	●	-	✓	0,9	0,9	10	5	-20	+100	LF		
	PT1.0 0-U4	PET	poliuretano	●	-	✓	1,0	1,0	10	5	-20	+100	HF		
	PT1.0 U1-U3	PET	poliuretano	●	poliuretano	✓	1,0	1,1	10	5	-20	+100	HF		
	PT1.2 U2-U5	PET	poliuretano	●	poliuretano	✓	1,2	1,3	20	5	-20	+100	HF		
	PT1.2 0-U2	PET	poliuretano	●	-	○	1,2	1,3	20	6	-20	+100	HF		
	PT1.5 0-G3 FL	PET	elastómero sintético	●	-	✓	1,5	1,8	25	6	-20	+100	MF		
	PT1.8 0-0	PA	-	●	-	✓	1,8	1,8	20	9	-20	+100	LF		
	PT1.8 G1-0	-	○	elastómero sintético	✓	1,8	1,8	20	9	-20	+100	LF			
	EL2-U10 FL	-	poliuretano	●	poliuretano	✓	1,0	1,2	10	2 ⁽⁴⁾	-20	+60	MF		
	EL3-U15 FL	-	poliuretano	●	poliuretano	✓	1,5	1,6	10	3 ⁽⁴⁾	-20	+60	MF		
	EL4-U20 FH	-	poliuretano	●	poliuretano	✓	2,1	2,1	10	4 ⁽⁴⁾	-20	+60	MF		
	1M6 U0-U5 FL	PET	poliuretano	●	-	✓	1,0	1,0	10	6	-20	+100	MF		
	1M6 U3-U3 FL	PET	poliuretano	●	poliuretano	✓	1,2	1,3	10	6	-20	+100	MF		
	1M6 U5-U5 FL	PET	poliuretano	●	poliuretano	✓	1,6	1,9	20	6	-20	+100	MF		
	T-E 10/20	PET	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	2,2	2,5	25	10	-20	+70	MF		
	T-E 30/30	PET	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	3,0	3,5	50	30	-20	+70	MF		
	DG-E 10/30 HS	PET	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	3,0	3,5	30	10	-20	+70	MF		
	DG-E 10/40 HS	PET	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	4,0	5,0	40	10	-20	+70	MF		
	LOW FRICTION	2M5 U0-U0 HP A	PET	-	○	-	○	1,0	1,0	7	6	-30	+110	LF	
2MT5 U0-V3 N		PET	PVC	●	-	○	1,8	2,0	20	6	-10	+60	LF		
2MT5 U0-V3 SM N		PET	PVC	●	-	○	1,9	2,0	20	6	-10	+60	LF		
2M8 U0-U2 SP		PET	poliuretano	●	-	✓	1,5	1,6	7	8	-20	+100	LF		
2M12 U0-V3		PET	PVC	●	-	●	1,9	2,1	40	12	-10	+60	LF		
SILON 60 HC		PET	no tejido	●	no tejido	✓	5,5	3,4	100	10	-20	+120	LF		
N		PA	-	●	-	✓	0,6	0,6	15	2	-20	+100	LF		
N8		PA	-	●	-	✓	1,0	0,9	15	3	-20	+100	LF		
P0		PA	poliuretano	●	elastómero sintético	✓	0,9	1,0	15	2	0	+100	LF		
P1		PA	poliuretano	●	elastómero sintético	✓	1,4	1,5	25	5	0	+100	LF		
P1-L		PA	-	●	elastómero sintético	✓	1,25	1,2	25	2	0	+100	LF		
P2		PA	poliuretano	●	elastómero sintético	✓	2,1	2,3	50	7,5	0	+100	LF		
PR0-L		PA	-	●	-	✓	0,9	0,8	15	2	0	+100	LF		
MEDIUM FRICTION	2M8 U0-V5 FM	PET	PVC	●	-	✓	2,1	2,3	30	8	-10	+60	MF		
	2M12 V5-V10	PET	PVC	●	PVC	✓	3,0	3,5	80	12	-10	+60	MF		
	3M18 U0-V15 A	PET	PVC	●	-	✓	4,2	4,9	100	18	-10	+60	MF		
	3T18 U0-V15	PET	PVC	●	-	✓	4,2	4,9	100	18	-10	+60	MF		
	2M8 U0-U-G5 HS FL	PET	elastómero sintético	●	-	✓	2,0	2,4	25	8	-20	+100	MF		
	2M8 U0-U-G15 HS FL	PET	elastómero sintético	●	-	✓	3,0	3,4	50	8	-20	+100	MF		
	NT1 HS	PA	elastómero sintético	●	-	✓	1,2	1,2	15	3	-20	+100	MF		
	NT2 HS	PA	elastómero sintético	●	-	✓	2,0	2,1	20	3,5	-20	+100	MF		
	NT3 HS	PA	elastómero sintético	●	-	✓	3,0	3,2	40	6	-20	+100	MF		
	NT4 HS	PA	elastómero sintético	●	-	✓	4,0	4,3	60	6	-20	+100	MF		
	DG1/15 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	1,6	1,8	20	5	0	+100	MF		
	DG1/30 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	3,0	3,4	30	5	0	+100	MF		
	DG1/40 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	4,0	4,6	40	5	0	+100	MF		
	DG2/20 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	2,4	2,8	40	7,5	0	+100	MF		
	DG2/30 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	3,2	3,7	40	7,5	0	+100	MF		
	DG2/40 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	4,0	4,8	50	7,5	0	+100	MF		
	DG2/60 HS	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	5,5	6,3	60	7,5	0	+100	MF		
HIGH FRICTION	2M8 U0-V17 GP	PET	PVC	●	-	✓	5,2	3,7	50	8	-10	+60	HF		
	2M12 U0-V7 LG	PET	PVC	●	-	✓	2,4	2,4	40	12	-10	+60	HF		
	2M12 U0-V8 RT	PET	PVC	●	-	✓	2,3	2,4	40	12	-10	+60	HF		
	2M12 U0-V10 RT	PET	PVC	●	-	✓	2,6	2,6	50	12	-10	+60	HF		
	2M12 U0-V20 GP	PET	PVC	●	-	✓	5,5	3,9	50	12	-10	+60	HF		
	2M8 U0-U-G10 FH	PET	elastómero natural	●	-	✓	2,3	2,4	50	8	-20	+100	HF		
	2T12 U0-U-G10 HS FH	PET	elastómero sintético	●	-	✓	2,2	2,2	50	12	-20	+100	HF		
	2M12 U0-G25 GP	PET	elastómero natural	●	-	✓	5,5	4,5	60	12	-40	+100	HF		
	2T12 U0-G25 HS GP	PET	elastómero sintético	●	-	✓	5,5	4,5	80	12	-40	+100	HF		
	2T12 U0-G35 HS GP	PET	elastómero sintético	●	-	✓	6,5	6,5	80	12	-40	+100	HF		
	DG2/70 HS GP	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	6,4	6,0	100	7,5	0	+100	HF		
	DG2/70 HS GP blue	PA	elastómero sintético	●	elastómero sintético	✓	6,4	6,0	100	7,5	0	+100	HF		
	2T12 U0-U-G15 MF	PET	elastómero natural	●	-	✓	2,8	3,4	50	12	-20	+100	HF		
	3M18 U0-U-G40 MF	PET	elastómero natural	●	-	○	5,7	5,9	100	18	-20	+100	HF		
	3M18 U0-U-G60 MF	PET	elastómero natural	●	-	○	7,3	8,3	100	18	-20	+100	HF		
	NT5 MF	PA	elastómero natural	●	-	✓	5,0	5,5	50	6	-20	+100	HF		
	DG1/45 MF	PA	elastómero natural	●	elastómero sintético	✓	4,5	5,1	50	5	0	+100	HF		
	DG2/60 MF	PA	elastómero natural	●	elastómero sintético	✓	6,5	7,1	75	7,5	0	+100	HF		
ENDLESS	MF HS W-300	PET	elastómero natural	○	-	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+100	HF		
	MF L-300	PET	elastómero natural	●	-	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+70	HF		
	MF R-300	PET	elastómero natural	●	-	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+100	HF		
	MF B-300	PET	elastómero natural	●	-	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+100	HF		
	MF HS W-351 G	PET	elastómero natural	○	elastómero sintético	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+100	HF		
	MF L-351 G	PET	elastómero natural	●	elastómero sintético	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+70	HF		
MF R-351 G	PET	elastómero natural	●	elastómero sintético	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+100	HF			
MF B-351 G	PET	elastómero natural	●	elastómero sintético	✓	6÷12	(5)	(5)	10	-20	+100	HF			

D. FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

ACERO INOXIDABLE



AISI 304

Soluciones sólidas y duraderas...

ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

1. Descripción: éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

2. Normas involucradas: ASTM A 276

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
Elongación 30 % (en 50mm)
Reducción de área 40 %
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.08 % C m^áx
2.00 % Mn
1.00 % Si
18.0 – 20.0 % Cr
8.0 – 10.5 % Ni
0.045 % P
0.03 % S

6. Usos: sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

7. Tratamientos térmicos: éste acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfríe rápidamente

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO INOXIDABLE- AISI 304

E. FICHA TÉCNICA DEL BRONCE AL ALUMINIO


AMPCO METAL
Excellence in engineered alloys

Ficha Técnica

CuAl10Ni5Fe4 (*Bronce al aluminio*)

Barras extruidas

Composición nominal:

Aluminio	(Al)	8.5 - 11.0%
Níquel	(Ni)	4.0 - 6.0%
Hierro	(Fe)	2.0 - 5.0%
Manganeso	(Mn)	max. 1.50%
Otros		max. 0.85%
Cobre	(Cu)	resto

Clasificación:

D	DIN 17665 CuAl10Ni5Fe4	2.0966
F	AFNOR	CuAl9Ni5Fe3M1
GB	BS	CA104
USA	CDA	C63000


Propiedades físicas y mecánicas	Unidades	Valor Nominal
Resistencia a la tracción R_m	MPa	640
Límite elástico $R_{p0.2}$	MPa	270
Elongación A_5	%	15
Dureza Brinell	HB 30	180
Módulo de elasticidad E	GPa	121
Densidad ρ	g/cm ³	7.6
Coefficiente de dilatación α	10 ⁻⁶ /°K	16.2
Conductividad térmica λ	W/m·°K	40
Conductividad eléctrica γ	m/Ω·mm ²	4
Conductividad eléctrica	% I.A.C.S.	7
Calor específico c_p	J/g·°K	0.45

Las especificaciones dadas respecto a las propiedades y uso están sujetas a la confirmación por escrito por parte de AMPCO METAL

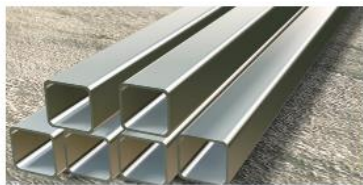
APLICACIONES:

Materiales de construcción con buenas características mecánicas, resistentes al agua de mar. Indicado para engranajes helicoidales con elevada presión en los dientes y buena lubricación.

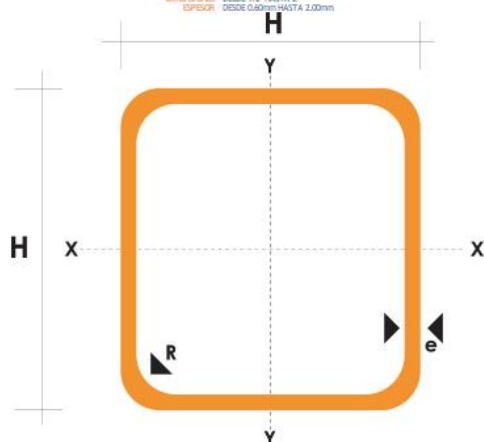
F. FICHA TÉCNICA DEL DURALUMINIO

 SUMINDU <small>ACEROS ESPECIALES E INOCIDABLES</small>		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MATERIAL PARA LA VENTA		CALIDAD: DURALUMINIO C 330 R	
Color de Identificación:		No Aplica			
NORMAS EQUIVALENTES					
AFNOR (Fr)	No Aplica				
BS (Ing)	No Aplica				
DIN (Ale)	No Aplica				
JIS (Jap)	No Aplica				
UNI (Ital)	No Aplica				
Grado Thyssen	No Aplica				
CARACTERÍSTICAS GENERALES			APLICACIONES		
-- Buena resistencia, libre de porosidad, libre de tensión -- Apta para la mecanización por arranque de virutas -- Apta para el soldado -- Apta para el pulido y anodizado -- Tipo de aleación; tratada térmicamente -- Aleación de aluminio forjado de elevada resistencia -- Aleación especial de la serie 7000			-- Moldes para inyección de plástico -- Moldes de soplado -- Moldes de fundición -- Construcciones soldadas -- Moldes para prensa de papel		
ESTADO DE ENTREGA					
Recocido en solución, con enfriamiento súbito, madurado artificialmente.					
PROPIEDADES MECÁNICAS		PROPIEDADES FÍSICAS			
Limite Elástico $R_p 0.2$ (MPa)	325	Densidad (g/cm^3)	3.25		
Resistencia a la Tracción R_m (MPa)	370	Elasticidad (Gpa)	70		
Alargamiento A (%)	4	Coefficiente dilatación por calor ($W/m-K$)	23.0		
Dureza HBW (2,5/62,5)	117	Conducción electricidad (M/ $\Omega \cdot mm$)	17-21		
		Temperatura Máxima $^{\circ}C$	120 - 140		
OTRAS CARACTERÍSTICAS					
Facilidad en la mecanización: La mecanización del Aluminio se efectúa 5 veces más rápido que la del acero. Esto hace disminuir el tiempo de mecanización y por consiguiente los costos.					
Resistencia a la corrosión: El aluminio posee la característica de formar una capa protectora contra oxidación, inmediatamente después de que se dañe su superficie. Esto no ocurre con el acero, por lo que se debe tratar con una capa anticorrosión.					
Pulido: El aluminio puede ser pulido con materiales duros, teniendo en cuenta lo siguiente: Hojas de Pulir: Las hojas de pulir deben ser de Carburo de Silicio. En general se debe trabajar con engrase, las hojas deben ser de granulación mediana					
Bandas de pulir: Bandas textiles con resina y granulado para pulir. Normalmente no necesitan engrase refrigerante.					
Aceite Refrigerante: Se utilizan emulsiones con una concentración 1:35 al que normalmente se le agrega un humectante el límite para la concentración de la emulsión es 1:6. Soluciones de soda no deben usarse por el peligro de la corrosión.					

G. FICHA TÉCNICA DEL TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE



NORMA: AISI 304
LARGO NORMAL: 6.03m
OTROS LARGOS: PREVISIÓN CONSULTA
DIMENSIONES: DESDE 1/2" HASTA 2"
ESPESOR: DESDE 0.60mm HASTA 2.00mm



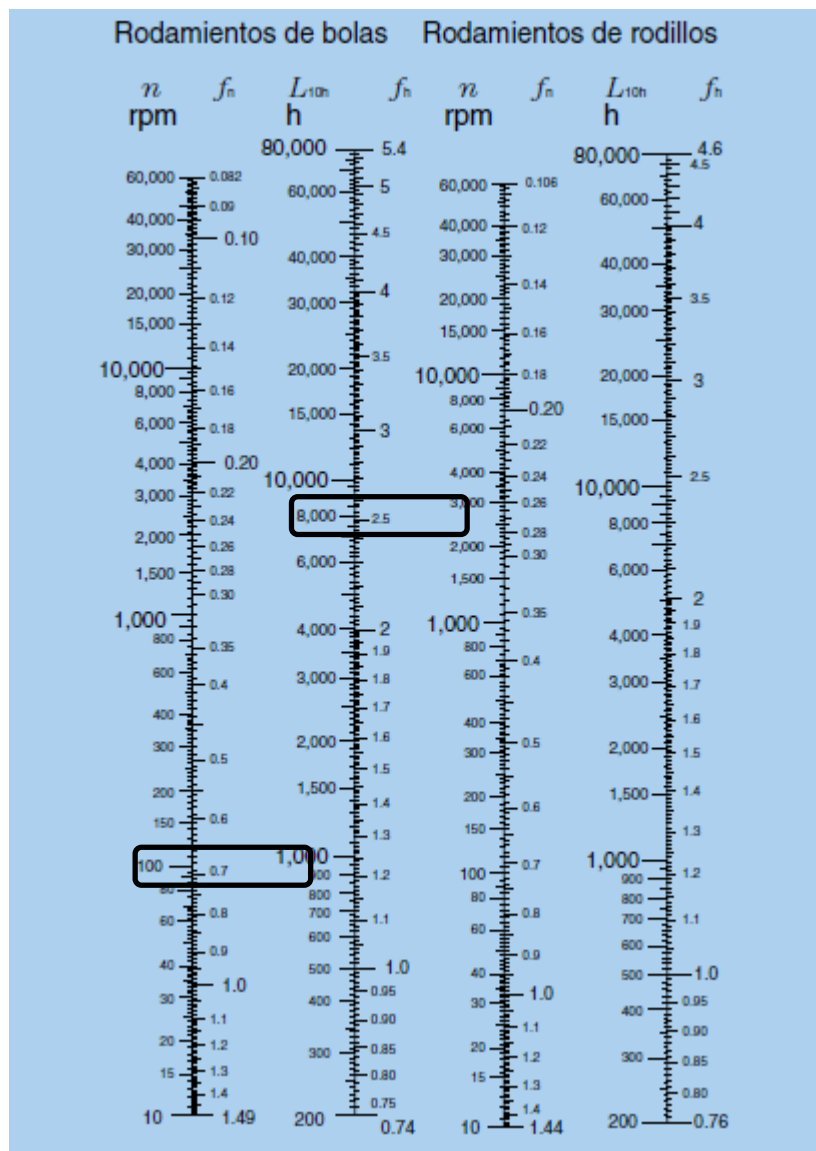
NOMENCLATURA

- A**= Área de la selección transversal del tubo, cm²
I= Momento de inercia de la sección, cm⁴
W= Módulo resistente de la sección, cm³
i= Radio de giro de la sección cm

Pulgadas	DIMENSIONES		PESO	AREA	EJES X-X E Y-Y		
	H	e	P	A	I	W	I
	mm	mm	Kg/6m	cm2	cm4	cm3	cm
1/2	12	0.60	1.32	0.27	0.06	0.10	0.47
		0.75	1.86	0.32	0.07	0.12	0.47
		0.95	2.28	0.40	0.08	0.13	0.45
5/8	15	0.60	1.74	0.35	0.12	0.16	0.59
		0.75	2.16	0.41	0.14	0.19	0.58
		0.95	2.70	0.51	0.16	0.21	0.56
3/4	20	0.60	2.22	0.47	0.29	0.29	0.79
		0.75	2.88	0.56	0.34	0.34	0.78
		0.95	3.60	0.70	0.41	0.41	0.77
		1.10	4.20	0.80	0.47	0.47	0.77
		1.50	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
		0.75	3.60	0.71	0.69	0.55	0.99
1	25	0.95	4.50	0.89	0.84	0.67	0.97
		1.10	5.22	1.02	0.95	0.76	0.97
		1.50	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
1 1/4	30	0.95	5.40	1.08	1.50	1.00	1.18
		1.10	6.24	1.24	1.70	1.13	1.17
		1.50	8.46	1.65	2.19	1.47	1.15
1 1/2	40	0.95	7.20	1.46	3.68	1.84	1.59
		1.10	4.34	1.68	4.20	2.10	1.58
		1.50	11.28	2.25	5.48	2.74	1.56
2	50	1.50	14.04	2.85	11.06	4.42	1.97

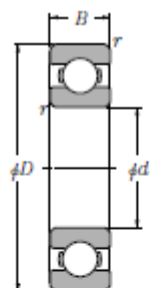
H. FICHA TÉCNICA DE SELECCIÓN DE RODAMIENTOS NTN

Escala de cálculo de la vida nominal básica de los rodamientos NTN



Fuente: Catálogo NTN

Características de los rodamientos NTN para eje de 10mm



Tipo abierto

Tipo con tapas
(ZZ)Tipo con sello
de no contacto
(LLB, LLF)Tipo con sello
de bajo torque
(LLH)Tipo con sello
de contacto
(LLU)

d 10 ~ 20mm

Dimensiones principales					Capacidades básicas de carga				Factor	Velocidades límites				Números de rodamientos						
					dinámica		estática													
mm					kN		kgf			r.p.m.										
d	D	B	r _s min ⁽¹⁾	r _{max} min	C _r	C _{or}	C _r	C _{or}	f _s	grasa		aceite		LLH	LLU	tipo abierto	con tapas	con sello de no contacto	con sello de bajo torque	con sello de contacto
										tipo abierto	LLB	tipo abierto	LB							
10	15	3	0.1	—	0.855	0.435	87	44	15.7	10 000	12 000	—	—	—	—	6700	—	—	—	—
	19	5	0.3	—	1.83	0.925	187	94	14.8	32 000	38 000	—	—	24 000	—	6800	ZZ	LLB	—	LLU
	22	6	0.3	0.3	2.7	1.27	275	129	14.0	30 000	36 000	—	—	21 000	—	6900	ZZ	LLB	—	LLU
	26	8	0.3	—	4.55	1.96	465	200	12.4	29 000	34 000	25 000	21 000	—	—	6000	ZZ	LLB	LLH	LLU
	30	9	0.6	0.5	5.10	2.39	520	244	13.2	25 000	30 000	21 000	18 000	—	—	6200	ZZ	LLB	LLH	LLU
	35	11	0.6	0.5	8.20	3.50	835	355	11.4	23 000	27 000	20 000	16 000	—	—	6300	ZZ	LLB	LLH	LLU

Fuente: Catálogo NTN

ANEXO VII: FOTOS



CARCASA



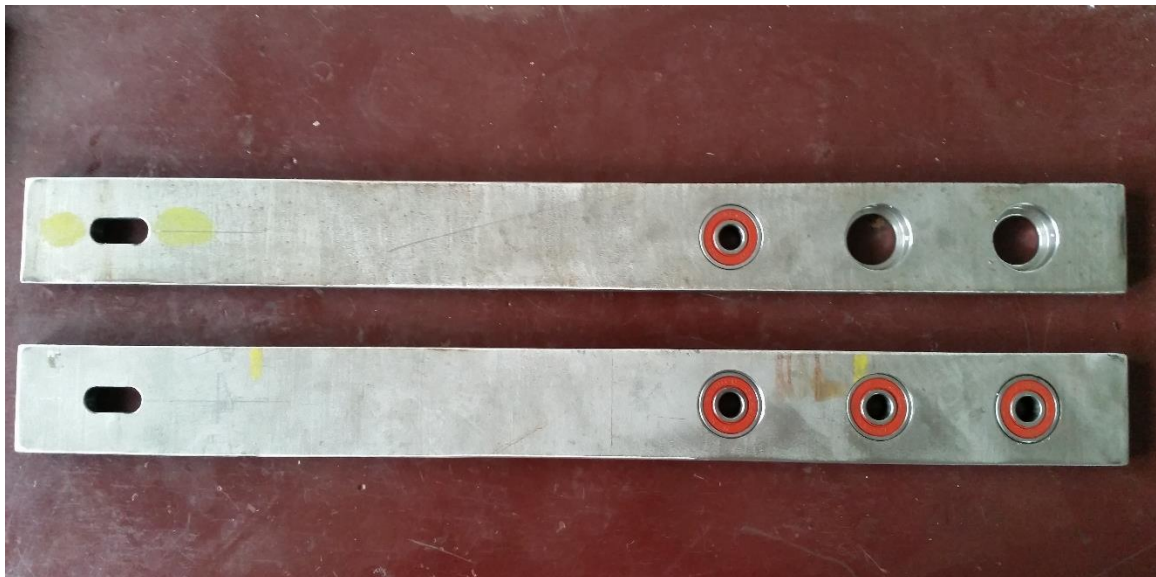
MECANISMO DE SELLADO



ELABORACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA



PIÑONES INTERMEC



PLACAS SUPERIOR E INFERIOR



RODILLOS CONDUCTIDOS



COLOCACIÓN DE STICKERS CON SEÑALIZACION DE RIESGOS



MÁQUINA TERMINADA